ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

ANNEE : 1982 THESE :80

CULTURE DE L'HERBE

ET ELEVAGE OVIN

RECOMMANDATIONS AGRONOMIQUES ET ALIMENTAIRES

THESE

pour le Doctorat Vétérinaire
(Diplôme d'Etat)
Présentée et soutenue publiquement en 1982
devant l'Université Paul Sabatier de Toulouse

par

Alain, Pierre LLAURENS
Né le 20 Octobre 1955 à Montpellier (Hérault)

MEMBRES DU JURY

Président : Monsieur ECALLE
Professeur à l'Université Paul Sabatier de Toulouse

Assesseurs : Monsieur GRIESS
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Monsieur FERNEY
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Imp. Corep - 21, rue Viguerie - 31300 Toulouse - Tél. : 42.01.19

UNIV.
LEIDEN
1818

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547621_0004

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

ANNEE : 1982 THESE :80

CULTURE DE L'HERBE

ET ELEVAGE OVIN

RECOMMANDATIONS AGRONOMIQUES ET ALIMENTAIRES

THESE

pour le Doctorat Vétérinaire
(Diplôme d'Etat)
Présentée et soutenue publiquement en 1982
devant l'Université Paul Sabatier de Toulouse

par

Alain, Pierre LLAURENS
Né le 20 Octobre 1955 à Montpellier (Hérault)

MEMBRES DU JURY

Président : Monsieur ECALLE
Professeur à l'Université Paul Sabatier de Toulouse
Assesseurs : Monsieur GRIESS
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Monsieur FERNEY
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Imp. Corep - 21, rue Viguerie - 31300 Toulouse - Tél. : 42.01.19

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

Directeur : ..... M.LAUTIE
Directeur honoraire : ..... M. FLORIO
Professeurs honoraires : ..... M. BRIZARD
..... M. SAURAT

PERSONNEL ENSEIGNANT
CHAIRE DE PHARMACIE ET TOXICOLOGIE

Professeur titulaire ..... M. GODFRAIN
Professeur sans chaire ..... Mme BURGAT-SACAZE

Pharmacie et Toxicologie

CHAIRE DE PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

Professeur titulaire ..... M. RICO
Professeur sans chaire ..... M. BRAUN
Maître Assistant ..... M. BENARD

Physique Biologique et Médicale
Chimie Biologique et Médicale
Informatique biologique et médicale

CHAIRE D'ANATOMIE DES ANIMAUX DOMESTIQUES

Professeur titulaire ..... M. PAVAUX
Maître Assistant ..... M. LIGNEREUX
Maître Assistant ..... M. SAUTET

Organogénèse - Tératologie
Anatomie Générale - Anatomie Appliquée

CHAIRE DE PHYSIOLOGIE, PHARMACODYNAMIE ET THERAPEUTIQUE

Professeur titulaire ..... M. RUCKEBUSCH
Professeur sans chaire ..... M. FARGEAS
Maître Assistant Agrégé ..... M. TOUTAIN

Physiologie - Pharmacodynamie - Thérapeutique

CHAIRE D'HISTOLOGIE - ANATOMIE PATHOLOGIQUE

Professeur titulaire ..... M. VAN HAVERBEKE
Professeur sans chaire ..... M. CABANIE
Maître Assistant Agrégé ..... M. MAGNOL

Histologie - Embryologie
Anatomie Pathologique - Clinique

CHAIRE D'HYGIENE ET INDUSTRIE DES ALIMENTS D'ORIGINE ANIMALE

Professeur titulaire ..... M. LABIE
Maître de Conférences ..... M. EECKHOUTTE
Maître Assistant Agrégé ..... Mme BENARD

Hygiène - Inspection - Contrôle et Technologie des denrées alimentaires d'origine animale - Clinique

CHAIRE DE PARASITOLOGIE ET MALADIES PARASITAIRES

Professeur titulaire ..... M. DORCHIES
Maître de Conférences ..... M. FRANC
Maître Assistant ..... M. DUCOS DE LAHITTE

Zoologie appliquée - Ecologie - Parasitologie externe -
Dermatologie - Parasitologie interne - Clinique

CHAIRE DE SEMIOLOGIE ET PATHOLOGIE MEDICALE
DES EQUIDES ET CARNIVORES ET DE LEGISLATION

Professeur titulaire ..... M. LESCURE
Maitre de Conférences ..... M. GUELFI
Maitre Assistant ..... M. REGNIER

Sémiologie et Pathologie Médicale des Equidés et Carnivores
Législation Vétérinaire et Déontologie Clinique

CHAIRE DE PATHOLOGIE MEDICALE DU BETAIL
ET DES ANIMAUX DE BASSE-COUR

Professeur titulaire ..... M. TOURNUT
Maitre de Conférences ..... M. BEZILLE
Maitre Assistant ..... M. JOUGLAR

Sémiologie et Pathologie Médicale du bétail et des animaux de basse-cour
Clinique - Consultation itinérante

CHAIRE DE PATHOLOGIE CHIRURGICALE

Professeur titulaire ..... M. CAZIEUX
Maitre de Conférences ..... M. GENEVOIS
Maitre-Assistant ..... M. AUTEFAGE
Maitre-Assistant ..... M. FAYOLLE

Propédeutique et Sémiologie Chirurgicale - Radiologie - Technique Chirurgicale - Anesthésiologie
Pathologie Chirurgicale - Clinique - Traumatologie - Podologie orthopédique

CHAIRE DE PATHOLOGIE DE LA REPRODUCTION

Professeur titulaire ..... M. FERNEY
Professeur sans chaire ..... M. ROYAL

Pathologie de l'appareil génital et de la mamelle - Sémiologie et Propédeutique - Pathologie de la Reproduction - Obstétrique et pathologie du nouveau-né - Clinique - Consultation itinérante

CHAIRE DE MALADIES CONTAGIEUSES - ZOONOSES -
LEGISLATION SANITAIRE

Professeur titulaire ..... M. CHANTAL
Maitre Assistant ..... M. PICAVET

Epidémiologie - Maladies contagieuses - Zoonoses
Législation Sanitaire - Clinique

CHAIRE DE PATHOLOGIE GENERALE - MICROBIOLOGIE - IMMUNOLOGIE

Professeur titulaire ..... M. LAUTIE
Maitre Assistant ..... M. PELLERIN
Maitre Assistant ..... M. MILON

Microbiologie - Immunologie - Pathologie Générale

CHAIRE D'ELEVAGE ET ECONOMIE

Professeur titulaire ..... M. QUEINNEC
Professeur sans chaire ..... M. DARRE
Maitre Assistant ..... Mme QUEINNEC

Ethnologie - Génétique animale - Extérieur - Zootechnie et Economie générales - Ethologie appliquée. Sciences. Techniques. Economie de l'Elevage et des Productionsanimales
Insémination artificielle - Organisation de l'Elevage

CHAIRE D'ALIMENTATION

Professeur titulaire ..... M. FALIU
Professeur sans chaire ..... M. GRIESS
Maitre Assistant ..... M. ENJALBERT

Botanique appliquée et Bromatologie - Agronomie - Alimentation

CHARGES D'ENSEIGNEMENT

MM. les Professeurs ANGELIER. ARMENGAUD. COMBES. COMBRET. CROS. FERNET. et MAZENC.

La Faculté et l'Ecole déclarent n'être pas responsable des opinions émises par les candidats (Délibération de la Faculté en date du 10 mai 1891 et du Conseil de l'Ecole en date du 13 juin 1924).

A COLETTE

BRIGITTE

EGLANTINE

PIERRE

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

Monsieur le Professeur ECALLE
de l'Université Paul Sabatier

Qui nous a fait l'honneur de présider
notre jury de thèse.
Hommage respectueux.

A NOTRE JURY DE THESE

Monsieur le Professeur GRIESS
de l'école Nationale Vétérinaire
de Toulouse

Qu'il trouve ici l'expression de
notre gratitude et de notre respect.

Monsieur le Professeur FERNEY

Qui nous a fait l'honneur et l'amitié
de porter un jugement sur ce travail.

A Monsieur Raymond DESROCHES

Avec toute notre humilité et
tous nos remerciements.

CULTURE DE L'HERBE ET ELEVAGE OVIN :

RECOMMANDATIONS AGRONOMIQUES ET ALIMENTAIRES

INTRODUCTION ..... P.I

Ie PARTIE : L'HERBE..... P.5

L'herbe, les prairies..... P.6

définition..... P.6
Situation actuelle P.7
Améliorations possibles : la sélection fourragère..... P.I5
Perspectives d'avenir..... P.24

La prairie temporaire P.28

Intérêt P.28
Le choix d'une espèce, d'une variété..... P.3I
Conclusion..... P.45

IIe PARTIE : CULTURE DE L'HERBE..... P.46

Technique de culture de l'herbe..... P.47

Choix de la semence P.47
Choix du champ..... P.50
Choix du moment du semis..... P.5I
Fertilisation..... P.54
Préparation du sol et semis..... P.54
Premiers soins à la jeune pâture..... P.59

Fertilisation..... P.60

Nutrition des plantes..... P.60
Le sol..... P.63

Lois générales de la fertilisation P.87
Fertilisation azotée..... P.93
Fertilisation phosphatée..... P.I02
Fertilisation potassique..... P.I05
Oligo éléments..... P.I08
Fertilité..... P.III
Etude économique de la fertilisation.... P.II3
Conclusion..... P.I20

IIIe PARTIE - VALEUR DE L'HERBE ET ALIMENTATION DES OVINS P.I2I

Valeur alimentaire de l'herbe..... P.I22

Potentiels de production..... P.I22
Caractéristiques des différentes espèces P.I29
Variétés..... P.I43
Utilisation des différentes espèces..... P.I46
Valeur alimentaire..... P.I68

Besoins alimentaires des ovins P.I76

Alimentation de la brebis..... P.I79
Alimentation de l'agneau de boucherie... P.2I7
ALimentation de l'agnelle d'élevage..... P.24I

CONCLUSION..... P.246

BIBLIOGRAPHIE

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-

I N T R O D U C T I O N

Cette thèse ne veut être rien d'autre qu'un ouvrage bibliographique regroupant sous un même titre toutes les possibilités qu'offre l'intensification fourragère pour une meilleure compétitivité, une meilleure rentabilité de l'élevage, ovin, en particulier, mais aussi pour une meilleure utilisation, ou, plus exactement une rationnalisation de la surface agricole française et de la STH (surface toujours en herbe) en particulier.

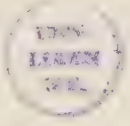
L'intensification fourragère offre en effet deux avantages. Le premier, est d'aboutir tout naturellement à l'intensification de l'élevage et donc à une meilleure compétitivité de celui-ci, au niveau national mais aussi européen et mondial ; le second de permettre d'exploiter l'une des ressources naturelles de la France avec, par rapport aux cultures céréalières (dont l'élevage tend de plus en plus à devenir un sousproduit) une participation bien moins importante de l'énergie fossile.

De plus, elle semble être inévitable face à l'évolution ou, au contraire, le caractère immuable des facteurs économiques, sociaux et physiques dont dépend l'élevage.

FACTEURS PHYSIQUES (sol, climat, relief)

La prairie est un excellent moyen de valorisation de certains milieux. Ainsi en région très humide, l'herbe trouve des conditions favorables à sa production (qui sera, de plus, étalée dans le temps) contrairement aux cultures céréalières par exemple. De même, en altitude où les conditions climatiques (hiver long et rigoureux) interdisent ou du moins gênent considérablement, les cultures annuelles, l'herbe trouve un terrain favorable à son développement.

Ainsi, ne serait-ce que dans des zones où les conditions de milieux sont difficiles, l'herbe trouve sa place.



De plus, il semble qu'elle rende la terre (surtout les Légumineuses) particulièrement fertile, ce qui l'a fait entrer dans la rotation culturale en Angleterre (Ley Farming). Mais les conditions physiques ne sont pas les seules à agir sur l'évolution nécessaire de la culture fourragère, d'autres facteurs beaucoup plus variables interviennent.

FACTEURS SOCIAUX

Il s'agit des problèmes de main d'oeuvre et de structure d'exploitation. Ainsi parallèlement à une augmentation de la taille de l'exploitation, la main d'oeuvre et surtout la main d'oeuvre salariée, (exode rual, attrait de la ville, augmentation du niveau de vie, mais aussi charges sociales que représentent un ouvrier,...) n'a cessé de diminuer depuis I960.

		RFA	F	I	NL	B	L	UK	Irl.	DK
surface moyenne d'exploitation (ha)	I960	9	I7	7	I0	8	I3	-	I7	I6
	I970	-	-	8	-	-	-	-	I8	-
	I975	I4	24	-	I4	I4	23	64	-	23
nombre d'exploitation de moins de 20 ha (%)	I960	90	74	96	89	93	76	59	74	74
	I970	-	-	95	-	-	-	-	72	-
	I975	78	59	-	77	79	80	43	-	60
nombre d'ha de SAU par personne travaillant	I960	6	I0	5	6	6	6	20	-	I0
	I970	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	I975	I2	20	I0	9	I3	II	30	-	I9
nombre de travailleurs par exploitation	I960	I,5	I,7	I,3	I,6	I,4	2,2	-	-	I,6
	I970	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	I975	I,I	I,2	0,8	I,6	I,I	2,I	2,I	-	I,2

TABLEAU N° I : EUROSTAT I976 (Statistiques générales)
(C.DURR et COLL., I978 (46)

Le nombre d'hectares travaillés par une personne s'est donc accru, ce qui a conduit à la recherche de solutions techniques (accroissant, ceci dit, l'exode rural) aboutissant à une augmentation de la charge en animaux par hectare et de la productivité de surfaces fourragères.

FACTEURS ECONOMIQUES

Et tout d'abord le développement industriel qui a conduit d'une part à une expansion démographique et donc à une augmentation quantitative de la demande et, d'autre part, à une modification des habitudes alimentaires en faveur des produits d'origine animale. Ainsi, est-on conduit à un accroissement de la production animale à l'hectare par une intensification de la production fourragère.

De plus, ce développement industriel a induit une évolution du niveau de vie, non seulement en milieu urbain mais aussi en milieu rural ; cette évolution aboutit à une volonté de sécurité du revenu, de réduction de la pénibilité du travail et d'aménagement d'un temps de loisir.

(Ceci s'applique aussi aux travailleurs salariés et
(donc conduit l'exploitant agricole à limiter ses
(besoins en main d'oeuvre pour éviter des charges so-
(ciales souvent trop élevées.

Ensuite, la constitution de la Communauté Economique Européenne oblige chacun, dans sa position nationale particulière, à tenir compte des réalités dans les autres pays membres et donc d'améliorer la rentabilité de son élevage face à la concurrence étrangère.

Enfin, la crise actuelle, avec en particulier les problèmes pétroliers, a provoqué une augmentation brutale du prix des facteurs de production (engrais et aliments du bétail en particulier). Parallélement les prix agricoles (surtout en élevage) n'ont pas augmenté dans les mêmes proportions, loin de là, mettant l'éleveur dans une situation difficile.

Ces trois facteurs expliquent que l'éleveur se doit

de réduire ses "importations" en produisant chez lui un aliment le plus complet et le moins onéreux possible ; c'est pourquoi, l'herbe, dans un contexte intensif, est appelée à se développer.

Si le vétérinaire, en tant que conseiller, et l'éleveur en tant qu'usager, trouvaient dans ce travail les informations nécessaires à ce projet, notre souhait et notre ambition seraient comblés.

-o-o-o-o-o-o-o-

PREMIERE PARTIE

L'HERBE

-0-0-0-0-

L'HERBE, LES PRAIRIES

I Définitions

(I23 ; I92)

L'herbe est un ensemble de plantes herbacées qui, sous certaines conditions favorables, poussent spontanément, et dont la partie aérienne est consommée ou récoltée avant complète maturité.

Sous le terme générique d'herbe, se regroupent diverses familles, diverses espèces de plantes parmi lesquelles certaines sont plus productives que d'autres.
Les moins productives sont plus résistantes à la présence continuelle des animaux (ou à la fauche) et, donc, ont tendance à faire disparaître leurs rivales.

Ex : agrostis - petite fétuque - pissenlits - paturins, ...

Les herbes à haute capacité de production, qui nous intéressent dans cet exposé, se subdivisent en deux familles :

- les graminées fourragères

Ex : Ray Grass d'Italie - Ray Grass anglais - Dactyle - Fléole...

- les légumineuses fourragères

Ex : Luzerne - Trèfle violet - Sainfoin - Trèfle blanc...

La culture de l'herbe conduit à la notion de prairie ("étendue de terrain produisant de l'herbe" ; définition du petit Larrousse), notion qui se divise en prairies temporaires et prairies permanentes selon certains critères.

- la durée de la prairie : la nomenclature est suffisamment explicite.

- le choix des constituants lors du semis ; une prairie permanente s'installe alors qu'une prairie temporaire se crée.

- les constituants de la prairie :

Prairie permanente : Graminées - Légumeuses - Divers

Prairie temporaire proprement dite : uniquement

Graminées ou Graminées et légumineuses associées.

Prairie temporaire artificielle : uniquement légumineuses.

Rq { Cette définition des prairies temporaires inclus les prairies semées de plusieurs Graminées et plusieurs légumineuses, formules qui, si elles ne sont pas recommandées en France, le sont toujours dans la plupart des autres pays.

II La situation actuelle

(4I;42;46;76;I38;2I0)

Au lendemain de la seconde guerre mondiale, la production fourragère française ne permettait de couvrir que 60 % des besoins énergétiques du cheptel national. En effet, si 70 % de la Surface Agricole Utile (SAU) étaient consacrés aux prairies permanentes (I2.300.000 hectares) et aux cultures fourragères de toute nature (4.800.000 hectares), les prairies temporaires ne couvraient que I.000.000 d'hectares (dont 40 % étaient des prairies artificielles).

Face à cette carence, mais aussi face à l'accroissement prévisible des besoins humains en produits d'origine animale et à la concurrence étrangère, il devenait urgent d'améliorer la rentabilité de l'élevage français en produisant plus et pour un moindre coût.

Donc, dans un premier temps, la mise en place du "système Warmbold" (amélioration des prairies permanentes) dont l'insuffisance a été rapidement mise à jour, puis, dans un deuxième temps, l'introduction des prairies temporaires et le développement du maïs fourrage ont conduit à la situation actuelle.

Ainsi, en I977, 58 % des terres exploitées sont destinées à l'alimentation des ruminants (soit I9.000.000 d'hectares)

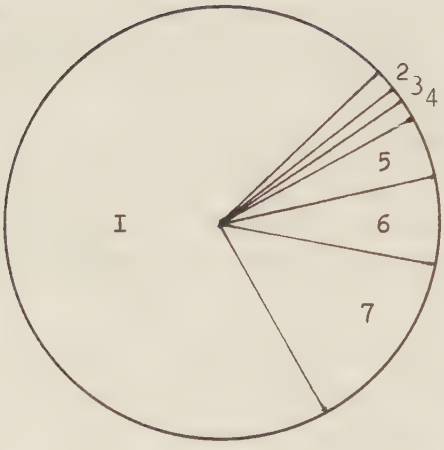


Fig. I : Répartition des SFP (Surfaces fourragères principales) en France - I975 - (A.HENTGEN et R.DESROCHES I977,76)

I - Prairies permanentes : 72 %
Fourrages annuels : 8,5 %
dont 2. Autres fourrages annuels : I4 %
3. Choux : 0,7 %
4. Betteraves : I,6 %
5. Maïs : 4,8 %

6 - Prairies artificielles : 6 %

7 - Prairies temporaires : I3,5 %

A) Les prairies naturelles

En I977, I3.400.000 hectares sont consacrés aux prairies naturelles ; cette surface toujours en herbe (STH) répond à une tendance extensive que témoignent les quantités, relativement très faibles, d'engrais apportées, et surtout d'engrais azotés :

- 3 à 30 Unités d'azote à l'hectare (I kg pur = I Unité)

B) Les prairies temporaires proprement dites

En I977, ces prairies couvrent 2.600.000 hectares et près de 3.000.000 en I980. Mais, ce qu'il est important de noter, c'est la progression des prairies temporaires.

I959	I960	I96I	I962	I963	I969
I.500.000	I.575.600	I.652.000	I.745.200	I.8I8.400	2.244.300

I970	I97I	I972	I973	I974	I975
2.3II.300	2.279.300	2.350.400	2.379.500	2.425.800	2.479.900

I977	I980
2.600.000	3.000.000

On peut donc dire que cette surface a doublé en 20 ans.

Cependant, la répartition des différentes espèces de Graminées est importante puisqu'elle permet de mettre en évidence un intérêt accru des éleveurs pour les Graminées les plus pérennes et les mieux adaptées aux conditions d'exploitation de ceux-ci.

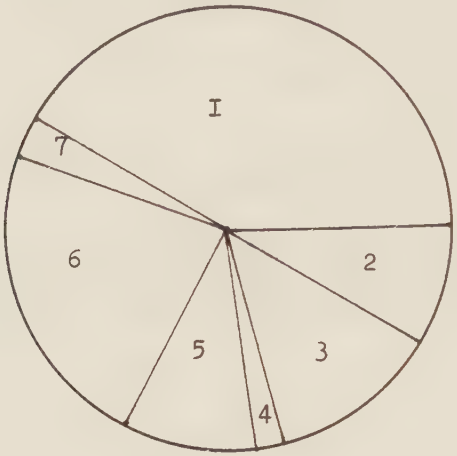


Fig. 2 : Répartition probable des prairies temporaires en France - I975 - (A.HENTGEN et R.DESROCHES, I977,76)

I -	Ray Grass d'Italie	: 40 %
2 -	Fétuque élevée	: 7,5 %
3 -	Dactyle	: I4,5 %
4 -	Fléole	: 2 %
5 -	Fétuque des près	: IO %
6 -	Ray Grass anglais	: 23,5 %
7 -	Ray Grass hybride	: 3,5 %

C) Les prairies temporaires artificielles

Au contraire de celui porté aux prairies temporaires proprement dites, l'intérêt porté aux prairies artificielles n'a fait que diminuer ; en effet, la surface qui leur est accordée aujourd'hui représente moins du tiers de celle qui leur était consacrée au lendemain de la seconde guerre mondiale.

	Luzerne	Trèfle violet	Sainfoin	TOTAL
I930	I.I39	I.I76	57I	2.886
I940	I.II6	I.I04	488	2.708
I950	I.4I0	I.I8I	423	3.0I4
I960	I.652	I.I70	32I	3.I43
I970	I.I26	580	69	I.784
I976	764	308	37	I.I09
I979	-	-	-	I.000

Tableau n°2 : Surfaces cultivées (xI000 hectares) en France
(R.DESROCHES et J.PICARD, I976,42)

Cette perte d'intérêt porté aux Légumineuses n'est d'ailleurs pas un problème typiquement français, puisqu'on la retrouve dans de nombreux pays et notamment dans ceux de la CEE.

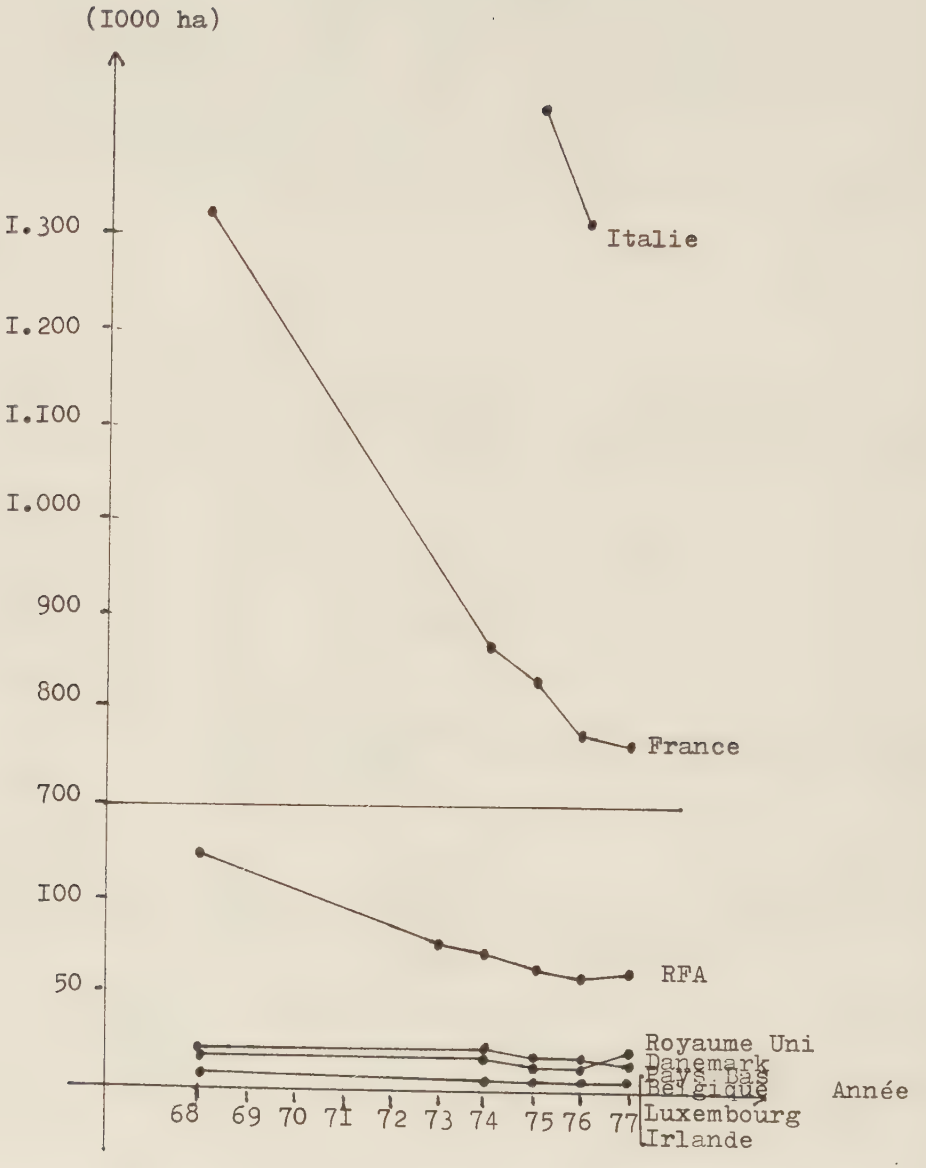


Fig n° 3 : EVOLUTION DES SURFACES CULTIVEES EN LUZERNE DANS LA COMMUNAUTE ECONOMIQUE EUROPEENNE.
Eurostat (C.DURR et coll., I978, 46)

De plus, cette régression est surtout sensible dans les régions ou l'élevage a subi une évolution profonde et rapide (comme en Bretagne) mais elle n'est absolument pas liée à la valeur alimentaire des légumineuses.

En effet, plusieurs facteurs, d'importance variable, expliquent cette diminution :

- faible coût des engrais azotés (régulateur de la production des Graminées, mais sans effet sur les légumineuses) mais aussi faible coût de l'azote des protéines apportées en complément dans les rations animales.

- faible coût de l'énergie fossile qui entre dans la fabrication de l'azote élément fertilisant des Graminées, et dans la mise en place et la conduite des chaines de production des cultures annuelles.

- Souci de simplification qui, dans le cas du maïs-ensilage, s'allie à une fausse impression de sécurité.

- Abandon de certaines notions, telles que l'assolement ou la rotation, nées de l'expérience, mais délaissées pour des questions de rentabilité (à coûrt terme, malheureusement).

- Retard technologique quant à la conservation des fourrages de légumineuses.

Cependant, cette tendance à la diminution devrait s'inverser puisque tous ces facteurs se trouvent contredits.

- Augmentation du coût des engrais azotés du fait de l'augmentation du prix de l'énergie fossile. Or, les légumineuses ont le pouvoir de fixer par symbiose l'azote de l'air et, ainsi, non seulement de pourvoir à leurs propres besoins azotés, mais aussi d'assurer une fourniture en protéines au sol.

- Avantage des légumineuses utilisées en tête d'assolement (pour la même raison).

- La simplification extrême des chaines de production a trouvé sa limite dans certaines régions climatiquement moins favorisées que d'autres (ainsi le maïs fourrage en régions Ouest et Nord).

- Progrès technologiques réalisés en matière de conservation : l'utilisation d'un conservateur efficace et d'emploi aisé (l'acide formique) ainsi que le hachage du fourrage permettent de constituer des réserves sous forme d'ensilage, des légumineuses.

- Les efforts de sélection ont permis l'obtention de variétés diverses et adaptées aux exigences de chacun.

Il semble donc que les prairies artificielles soient vouées à un avenir brillant, au détriment d'autres plantes fourragères dont la production nécessite un effort trop important en énergie fossile.

III - Améliorations possibles : la sélection fourragère

(3I,39;87;I30;I49;2I0;2I2)

A) Intérêt

A l'heure actuelle, l'élevage pour être compétitif, s'intensifie et doit s'intensifier encore ; or, ceci ne peut être possible qu'à travers l'intensification fourragère qui permet de meilleurs rendements tant de la prairie que du troupeau, mais aussi une meilleure rentabilité de l'élevage. Or, du fait de l'originalité de chaque exploitation aussi bien au point de vue climatique ou sol qu'au plan du type de production animale souhaité, chaque cas doit être pris comme une individualité.
C'est pourquoi, il a été rapidement nécessaire d'augmenter l'éventail des Graminées et légumineuses offertes à l'exploitant ; il s'agit des différentes variétés résultant des travaux de la sélection fourragère.

B) Technique de la sélection

La sélection fourragère a pour but essentiel de créer des variétés dont le rendement en valeur alimentaire soit maximum ; pour ce faire, trois solutions :

- augmenter le rendement en matière sèche pour des plantes de bonne qualité.

- améliorer la qualité pour un rendement en matière sèche équivalent.

- à plus long terme, jouer sur ces deux facteurs à la fois.

I - Critères de sélection

a) rendement en matière sèche

Le rendement obéit à la triple action du génotype, du milieu et de l'interaction de l'un sur l'autre.
Puisqu'il est impossible d'intervenir sur le milieu de manière

efficace et continue, les travaux de sélection portent sur le génotype grâce au phénomène d'hétérosis, génotype qui se doit, alors de valoriser au mieux le milieu.
Cependant, le phénomène d'hétérosis ne permet d'aboutir qu'à un certain potentiel génétique qui s'extériorisera plus ou moins selon la physiologie et la morphologie de la plante.
Divers moyens ont donc été mis au point pour mesurer l'influence de la physiologie et de la morphologie sur le rendemen

Ex : l'efficacité de l'azote nitrique absorbé par la plante permet de juger de l'influence de la physiologie.

Cependant deux problèmes se sont rapidement posés

- la taille des essais de sélection qui ne peut être trop importante pour des raisons de commodité : d'où l'utilisation des essais en pépinières et des microessais (plantes isolées pour les premiers, en toutes petites parcelles pour les second Mais alors il est nécessaire de prévoir quel sera le degré d'action de la densité sur le génotype lors de la culture à grande échelle.

- la valeur du génotype obtenu qui doit être jugé dès le stade jeune pour permettre un gain de temps appréciable.

.Interaction densité de population génotype sur le Ray Grass d'Italie (P.Mansat, J.C René - I969)

Dix populations de même précocité ont été observées en parcelles (macroessais), en microeesais (2 cm et 5 cm d'écartemen sur la ligne) et en pépinière.
Une première analyse a permis de souligner les facteurs importants dans les différentes conditions, et ceux qui, observables en pépinière et en microessais sont en liaison avec le rendement en parcelles.
Ainsi :
- en parcelles : le poids moyen par talle est lié au rendement aux trois coupes, la surface des feuilles aux deux premières.

- en micro essais : sur un ensemble de clones di et tétraploïdes isogéniques, la surface de feuilles est corrélative du rendement à toutes les coupes.

- en pépinière : le nombre de talles surtout, mais aussi le poids moyen par talle et la surface foliaire sont liés au rendement.

Parmi les éléments mesurables en microessais et en pépinières certains sont en relation avec la production en parcelles ; ainsi le poids global de la plante de pépinière est en corrélation hautement significative avec la production en micro essai mais aussi en macro essai.

. Appréciation du génotype dès le stade jeune, pour la luzerne (A.CORRADI - M. GILLET - I966) : effets de la taille des graines.

.Dès les premiers jours de germination, l'élongation et le diamètre des racines sont supérieurs pour les grosses graines.
.Les poids au treizième jour sont de 2 mg pour les individus petites graines et de 2,6 mg pour les individus grosses graines.
.Dans un mélange en quantités égales, le trente neuvième jour, les individus grosses graines forment, en poids, les deux tiers du rendement du mélange.
.Il est apparu donc très nettement une corrélation entre le caractère grosse graine et la puissance compétitive à l'état jeune, ce qui, à ce stade, correspond au rendement.

b) <u>la qualité</u>

Influencer la qualité (la valeur alimentaire) d'une plante est le deuxième objectif de la sélection ; c'est-à-dire augmenter cette qualité tout en conservant un rendement en matière sèche équivalent.
Des études ont montré (J.L ARNAULT - R. SAUVION - I967 et I968) que, pour chaque espèce, ne correspond pas une qualité identique à un stade égal, ainsi que l'existence d'une relation inversement proportionnelle entre valeur nutritive et nombre de jours de la pousse (notamment en Ier cycle de printemps).

Des travaux sont actuellement envisagés pour tenter de rompre cette corrélation et donc, de s'en affranchir.
De toute manière, pour influer sur la qualité d'une plante, il faut intervenir soit sur :

- sa digestibilité
- son taux de protéines
- son ingestibilité.

* Digestibilité

La digestibilité exprime la proportion de la quantité ingérée qui disparait lors de la digestion ; elle se traduit par le rapport suivant :

$$\text{Digestibilité} = \frac{\text{quantité ingérée + quantité d'origine endogène - quantité excrétée}}{\text{quantité ingérée.}}$$

Il semble évident que plus la digestibilité d'un aliment est importante et plus grande est sa qualité.
La sélection sur ce facteur a été rendue possible par la mise au point de la digestibilité in vitro, qui pose les problèmes de relation plante isolée-plante en culture dense et de l'héritabilité.
La relation plante isolée-plante en culture dense reste un problème puisque tous les caractères de corrélation (en nombre plus ou moins important, et variable selon les espèces fourragères) n'ont pu être déterminés.
L'héritabilité de la digestibilité est, quant à elle, très forte, au moins pour les espèces étudiées à ce jour.

Ex : Fétuque élevée (M.LILA - S.ALLERIT - I965) (in3I)

Une étude portant sur trois générations inbred de cinq familles a mis en comparaison la digestibilité des généra FI et F2, F2 et F3, FI et F3. Des tests de digestion in vitro ont permis d'aboutir à des coefficients de corrélation hautement significatifs, entre les trois générations

(FI - F2 : + 0,77
(F2 - F3 : + 0,84
(FI - F3 : + 0,7I

De plus, certains facteurs jouent un rôle d'importance variable sur le niveau de digestibilité de la plante :

- la précocité : plus la plante est précoce et

plus son niveau de digestibilité est important.
- le rendement : relation négative entre le rendement en matière sèche et la digestibilité (r = - 0,64 pour la luzerne) Relation positive significative entre le rendement en matière sèche et le rendement en matière sèche digestible (r = + 0,90 pour la luzerne).
- le niveau de fumure azotée (influence faible)
- le rapport feuilles/tiges : du stade montaison au stade début épiaison, la digestibilité des tiges est supérieure à celle des feuilles ; ensuite, la chute de digestibilité des tiges rejaillit sur la plante entière.
- le doublement du nombre de chromosomes : en passant du niveau diploïde au niveau tétraploïde, la digestibilité ne change pas de manière significative.

x Taux en protéines

Le taux en protéines d'une plante est très important pour sa qualité. A ce sujet, notons que, si la densité de peuplement a une grande influence sur la teneur en azote d'une plante, la valeur obtenue sur plante isolée (plus élevée en valeur absolue) permet de préjuger de la valeur qui sera obtenue en conditions d'exploitations agronomiques.
L'héritabilité du taux en protéines en autofécondation est forte sans être excessive ce qui permet de considérer comme aisée la fixation d'une teneur intéressante.

Ex : Fétuque élevée (M. LILA - S. ALLERIT - I965) (in 3I)

Dans cinq groupes non apparentés, si les teneurs sont mesurées au cours des étapes successives d'autofécondation à un même stade végétatif, on obtient les coefficients de corrélations suivants :

(FI - F2 : + 0,77
(F2 - F3 : + 0,64
(FI - F3 : + 0,62

L'influence du degré de ploïdie est ici importante (P.MANSAT, J.PICARD, F.BERTHOU - I966) quoiqu'il existe une corrélation positive entre les teneurs des individus diploïdes et des individus tétraploïdes isogéniques.

* Ingestibilité

Une ingestibilité plus ou moins importante se traduit par une attirance particulière ou une répugnance de l'animal à consommer la plante.
Si, pour certaines plantes, l'ingestibilité ne varie qu'avec son état sanitaire (maladie, dessèchement du à un manque d'eau estival) et c'est le cas du Dactyle, pour d'autres, comme la Fétuque élevée, de nombreux facteurs interviennent. Pour cette dernière, il existe deux indices très fiables selon le mode d'exploitation de la prairie :

(en pâture : faible indice de fibrosité (r = 0,62)
(en affouragement en vert : grande flexibilité des feuilles (r = 0,50)

2 - Modalités de la sélection

Chaque espèce répond à des techniques particulières néanmoins il est possible de brosser une ligne générale de la méthode et des techniques utilisées.

* Choix des génotypes

Ce choix repose sur les objectifs poursuivis en fonction de l'espèce et des critères morphologiques et physiologiques (précocité, pérennité, état sanitaire, époque du rendement...)

* Phase de consanguinité.

La consanguinité permet la fixation d'allèles favorables, ainsi qu'une homogénéisation de la population au sein d'une même lignée, doublée d'une plus grande variance entre les lignées (donc, des possibilités de choix plus importantes).
Généralement, la consanguinité est obtenue par autofécondation (sauf pour les plantes autostériles). Après deux cycles d'autofécondation, l'homogénéisation de la population est déjà très nette.

* Phase de recroisement

Puisque, sur les plantes fourragères en général, et sur les plantes allogames en particulier, l'effet hétérosis est important, un rendement élevé exige une vigueur hybride maximum. Cette vigueur hybride est donnée par croisements entre les

lignées obtenues par consanguinité (polycross, diallèles).

* Tri des hybrides pour le rendement

Ici interviennent des techniques particulières (microessais par exemple) pour tester les différents hybrides.

* Constitution des variétés et multiplication.

Les hybrides retenus lors du tri fournissent le matériel pour l'obtention d'une variété, dont la constance est fonction de l'importance du stock constitué.

Pour les espèces pérennes, les plantes mères sont maintenues et clônées ; pour les autres espèces, elles sont conservées sous forme de semences.

La constitution d'un lot commercial est alors obtenu par trois multiplications successives.

C) Résultats de la sélection

Le résultat de cette sélection fourragère est l'obtention de variétés (qui seront étudiées espèce par espèce plus avant) dont les intérêts sont multiples et différents des unes aux autres ; il est alors possible à l'éleveur, de choisir une variété en fonction de divers paramètres qui lui sont propres.

Il est important de considérer, ici, combien une étroite collaboration entre éleveurs et obtenteurs est, non seulement souhaitable, mais nécessaire à la généralisation et à l'amélioration de la sélection fourragère, de manière à ce que les variétés obtenues répondent le plus justement et le plus étroitement aux besoins des utilisateurs.

De plus, il semble difficile d'aborder le problème de la sélection sans parler des possibilités nouvellement entrevues avec les plantes homozygotes (haploïdes).

En effet, des travaux sont actuellement réalisés pour la mise au point d'une nouvelle méthode de sélection, tant pour le blé (travaux dirigés par Emmanuel PICARD) que pour les plantes fourragères (sous la conduite de Yves DEMARLY). Cette méthode tend, à partir de la culture d'anthères (contenus dans les grains de pollen), à obtenir des plantes haploïdes (à 2I chromosomes pour le blé au lieu de 42 sur la palnte), par des techniques de laboratoires particulières.

Ensuite, par traitement à la colchicine, il est possible de doubler le nombre de chromosomes, c'est-à-dire, de revenir à un nombre normal de chromosomes (plante diploïde).

Rq : les plantes ainsi obtenues sont homozygotes (c'est-à-dire, que les chromosomes sont parfaitement identiques deux à deux) et la lignée qui en résulte est stable de génération en génération : lignée pure.

L'intérêt principal de cette méthode sera un gain de temps considérable par rapport aux méthodes traditionnelles puisque la culture du grain de pollen et le dédoublement de chromosomes in vitro ne nécessiteront que quelques mois, auxquels s'ajouteront deux ou trois ans nécessaires au testage de la variété nouvelle. On obtiendra, donc,une variété inscrite en quatre ans contre dix et plus par les techniques traditionnelles.

Cependant, si le principe de cette méthode est claire, sa réalisation soulève de nombreux problèmes ; en particulier :

- déchet considérable entre le nombre d'anthères mis en culture et le nombre de plantes diploïdes obtenues.
- conditions pratiques de la culture des anthères et traitement à la colchicine à préciser.

- méthodes de tri à créer.

Quoiqu'il en soit, ces problèmes ne sont pas insurmontables et espérons que cette technique sera bientôt utilisée dans les stations de sélection.

Au niveau de l'élevage, si des efforts d'intensification sont réalisés (tels le pâturage tournant ou rationné, la fumure), le point faible jusque dans les régions les plus évoluées, demeure la nature même de la prairie.

En effet, l'éleveur ne fait pas encore la relation entre une production d'herbe plus importante et plus productive et l'utilisation de variétés selon des techniques d'exploitation adaptées.

Par les Instituts Techniques, par les Etablissements Départementaux de l'élevage, mais aussi par le vétérinaire, l'information doit être apportée de manière à rendre plus compétitif un élevage national qui a tendance à s'essoufler.

IV Perspectives d'avenir

(40;46;74;76;8I;I32;I38;I52;I68;I37)

En fonction des données actuelles, il est à prévoir une évolution tant du système fourrager en Europe que de la recherche.

Cependant, il est souhaitable de voir mise en place une politique fourragère au sein de la Communauté Economique Européenne qui, alliée à une politique communautaire des productions animales (surtout en ce qui concerne les productio de viande) permettrait enfin de valoriser le potentiel détenu par les millions d'hectares consacrés aux cultures fourragères

En effet, à ce jour, la production de ces cultures n'atteint que très péniblement le tiers et même le quart des unités fourragères et des protéines qu'elle pourrait espérer.

A. EVOLUTION PROBABLE DU SYSTEME FOURRAGER DANS LA CEE

I - Les prairies temporaires

Les prairies temporaires devraient remplacer lentement les prairies permanentes. Cependant un emploi plus raisonné (raisonnement économique surtout) des engrais, azotés en particulier, devrait intervenir devant l'augmentation de leurs coûts (liée à l'augmentation du prix de l'énergie fossile) ; ceci dans un but de meilleure compréhension de la fertilisation.

Pour cette même raison économique, les prairies artificielles devraient regagner un intérêt certain; en effet, elles permettent :

- une teneur élevée en protéines
- une demande limitée en engrais azotés.
- une libération d'azote dans le sol après retournement de la prairie (très bonne tête d'assolement).

Quant à la question des techniques d'exploitation, le pâturage sera le système à développer, toujours dans un esprit économique ; au pâturage s'associera la constitution de réserves sous forme d'ensilage, ce qui est le meilleur moyen de valoriser l'herbe au printemps, de récolter du fourrage d'excellente qualité et de provoquer de bonnes repousses d'herbe feuillue.

De plus, l'ensilage présente l'intérêt de n'être pas dépendant du climat comme peut l'être le fanage ; cependant, il nécessite de la part de l'agriculteur une bonne maîtrise des dates de coupe et des procédés de conservation, ainsi qu'un équipement adapté.

En conclusion, les agriculteurs et les obtenteurs devront s'appliquer à :

- sélectionner des variétés adaptées à des climats froids et humides (montagne surtout)
- mieux maîtriser les techniques d'exploitation (sélection variétale, mode d'exploitation, ensilage).
- étudier de plus près l'association avec les Rhizobium pour, éventuellement, améliorer la fixation d'azote.

2 - Les fourrages annuels

Le maïs devrait continuer à se développer puisque la technique de sa culture est maintenant maîtrisée. Néanmoins, il pose de nombreux problèmes :

- conditions climatiques qui doivent être excellentes (peut-être que les obtenteurs parviendront à sélectionner des variétés moins exigentes quant à la température en particulier).
- coût élevé de cette culture qui nécessite d'énormes investissements, heureusement contournés parfois par des associations.

Les betteraves fourragères devraient conserver une bonne place dans l'assolement, surtout dans les régions

où la culture du maïs est problématique.
En effet, cette culture est maintenant entièrement mécanisée (diminution de la main d'oeuvre) ; cependant, le problème de la distribution aux animaux subsiste.

Les autres fourrages annuels, sorgho mis à part, ont un avenir difficilement envisageable face à la diversité qu'ils représentent ;le sorgho, lui, devrait régresser puisqu'il est trop exigent (exigence surtout climatique, en particulier au printemps, au moment de son implantation) et n'est pas dépourvu de risque de toxicité s'il est exploité trop jeune.

3 - Conclusion

Toutes les évolutions envisagées s'entendent dans le cas du maintien de la situation économique actuelle : résumons les :

- utilisation maximale du pâturage comme technique d'exploitation directe, de l'ensilage comme technique de conservation.

- utilisation maximale des plantes les plus pérennes afin de limiter les risques et les coûts d'implantation d'une culture.

- pour les régions à étés secs, développement de graminées pérennes à production estivale relativement importante

- développement des Légumineuses.

- limitation des pertes en quantité et en qualité par une meilleure maîtrise des techniques de récolte et de conservation.

- à court terme, développement du maïs, et des betteraves fourragères lorsque la culture du maïs est impossible (climat).

B. ORIENTATION DELA RECHERCHE

Actuellement, les sélectionneurs doivent faire preuve d'imagination (y compris par la recherche de plantes

nouvelles : ex : les Bromes), et ensuite, la vulgarisation (théoriquement) et les fournisseurs de moyens de production (pratiquement) doivent faire passer les progrès acquis auprès des éleveurs. Il serait souhaitable de voir s'installer une étroite collaboration entre obtenteurs et producteurs de manière à ce que la recherche s'oriente en fonction de la demande.
Ceci d'autant plus que la sélection à partir de plantes haploïdes permettra un gain de temps appréciable.

Notons tout de même, que des progrès considérables sont envisageables par la simple application de ce qui est déjà connu (variétés récentes, fertilisation, technique d'exploitation intensive) et par l'appui de tous les prescripteurs, vétérinaires en particulier.

-0-0-0-0-0-0-0-0-

L A P R A I R I E T E M P O R A I R E

Sans rappeler la définition d'une prairie temporaire, redonnons les constituants de celle-ci ; ce sont des plantes fourragères appartenant aux familles suivantes :

- prairie temporaire proprement dite : 1 Graminée ou 1 Graminée et 1 Légumineuse.
- prairie temporaire artificielle : 1 Légumineuse

I - INTERET

(21;29;38;40;4I;55;I92)

L'intérêt accru porté aux productions fourragères s'explique par la volonté de mieux nourrir un cheptel de plus en plus abondant et de plus en plus perfectionné, de manière à obtenir une production optimale en quantité et en qualité pour un prix intéressant (pour l'agriculteur mais aussi pour le consommateur).

Si, à une certaine période, il était possible au producteur de compléter sa propre production fourragère par l'achat d'aliments concentrés, la solution, face à la situation économique actuelle est une utilisation économique des potentialités de l'exploitation qui passe par l'accroissement quantitatif et qualitatif des productions fourragères de la ferme.

Pour ce faire, l'éleveur doit appliquer de bonnes méthodes de production, d'exploitation, de conservation et d'utilisation des plantes fourragères (choix variétal en particulier) sans, pour autant, envisager des investissements excessifs.

A. L'HERBE PATUREE

L'herbe est l'aliment le plus simple mais aussi le plus complet pour nourrir les animaux herbivores ; en effet consommée au stade de végétation convenable, elle permettra no

seulement l'entretien mais aussi la production des bovins, ovins et caprins, et pourvoira même à une partie non négligeable des besoins alimentaires des porcins et volailles. (L.DER KHATCHADOURIAN, I960, (38)

Une herbe jeune et bien feuillue permet ainsi, en pâture, de satisfaire les meilleures laitières et les jeunes bovins en croissance, sans nécessiter un apport en aliments concentrés. Une herbe plus vieille, donc moins feuillue et moins riche en protéines, satisfera les femelles taries aussi bien que les animaux à viande à l'entretien.

De plus, le pâturage est le moyen le plus économique d'alimenter le bétail et sera donc préconisé. L'éleveur se doit donc d'augmenter sa production fourragère mais aussi d'étendre la saison de pâturage grâce aux espèces et variétés de précocités différentes.

B. LA CULTURE FOURRAGERE

Pendant longtemps et encore de nos jours, l'agriculteur se trouvait face à l'alternative céréale ou fourrage, autrement dit, céréale ou élevage. Actuellement, du fait de la demande toujours croissante en protéines de la part des consommateurs, mais aussi du fait des investissements demandés par l'une ou l'autre de ces solutions, l'agriculteur tend à se spécialiser vers l'élevage ou la production céréalière.

Néanmoins, beaucoup pensent que la diversité diminue les risques surtout lorsque les circonstances économiques sont difficiles. C'est pourquoi, l'inclusion de la prairie dans l'assolement (Ley Farming anglais) a trouvé et trouve encore sa place. C'est d'ailleurs par le Ley Farming qu'est née la prairie temporaire:

"ces pâturages, bien connus en Angleterre et en Allemagne, ont une place déterminée dans les assolements, et partout jusqu'à ce jour, ils ont eu l'avantage d'accroître la fertilité du sol et les ressources alimentaires du bétail, sans nuire en aucune manière à la production des céréales destinées à la

nourriture de l'homme" (HEUZE in la prairie cultivée par L.DER KHATCHADOURIAN, I960,38)

En effet, le but de la culture fourragère est de

- donner des rendements élevés en fourrages de bonne qualité

- augmenter la fertilité du sol et améliorer sa structure.

De plus, il est possible, quelques soient les exigences climatiques ou autres (sol, pérennité, production estivale...) d'obtenir une prairie temporaire de qualité, grâce au choix important d'espèces et de variétés mis à la disposition de l'utilisateur. Ainsi :

- Espèces de Graminées :
  - . prairie d'une certaine durée : Ray Grass anglais - Dactyle - Fléole - Fétuque élevée - Fétuque des près
  - . prairie de moyenne durée (3-4 ans) : Ray Grass hybride - Brome -
  - . prairie de courte durée : Ray Grass d'Italie.
- Espèces de Légumineuses :
  Luzerne - TRèfle violet - Trèfle blanc - Sainfoin - Lotie

C. RESULTATS ESCOMPTES DE L'INTENSIFICATION FOURRAGERE .

Grâce à la prairie temporaire et à son exploitation rationnelle, la moyenne de production de la prairie française pourra passer de 2.500 UF à l'hectare à 5.000 ou 6.000 UF à l'hectare (soit environ 2 UGB à l'hectare).

Ainsi, un million d'hectares de prairies temporaires faisant l'objet d'une exploitation raisonnée dans un but d'intensification apporteraient 3 à 4 milliards d'Unités Fourragères supplémentaires.

C'est-à-dire qu'une meilleure utilisation des ressources existantes, le réensemencement d'une partie des prairies dégradées peuvent accroître rapidement de 20 à 30 % la production fourragère française.

II - LE CHOIX D'UNE ESPECE, D'UNE VARIETE

A. POURQUOI CE CHOIX ?

(2I;I3I;I37;I99;2II)

Pourquoi choisir une espèce, une variété ? Nous y répondrons en développant d'une part l'intérêt de la culture pure et d'autre part en insistant sur les possibilités offertes par les variétés sélectionnées.

I. Mélanges en cultures pures

Il existe une véritable panoplie d'espèces et de variétés dans laquelle l'éleveur peut choisir celles qui répondent le plus justement à ses exigences. Cependant, une seule espèce et encore moins une seule variété ne peut répondre à toutes ses exigences ni encore moins à un étalement de la période de pâturage.

La solution la plus simple semble être dans le mélange des semences afin d'obtenir sur une seule et même prairie de l'herbe pendant un temps le plus long possible ; mais, du fait des vitesses de développement différentes, la culture, dans un même lieu et dans un même temps de plusieurs Graminées (ou Légumineuses) aboutit aux résultats suivants :

- les plantes les plus rapides à s'installer (tels les Ray Grass) inhibent le développement des autres (Fétuque élevée, Fétuque des près).
- dans l'hypothèse improbable où une implantation de concert soit réalisée, le rendement de la prairie serait altéré par le fait que chacune des plantes semées serait à un stade de développement différent lors d'une exploitation déterminée (fauche ou pâture).

C'est pourquoi, la culture en mélange est déconseillée au profit de la culture en parcelles distinctes qui, en évitant une concurrence interspécifique permet une

exploitation rationnelle de chaque parcelle au stade optimum ainsi qu'une production plus régulière et plus importante de chacune d'elles.

Par contre, l'association d'une Graminée et d'une Légumineuse possédant chacune des rythmes de développement voisins donne d'excellentes prairies temporaires ; mieux encor la présence de la Légumineuse permet de diminuer les apports azotés nécessaires à la croissance de la Graminée.

Ex : - association d'un Dactyle très tardif (variété Lutetia par exemple) et d'une Luzerne.
- association d'un Ray Grass d'Italie (ou d'u Ray Grass hybride) et d'un Trèfle violet.

2. Les variétés sélectionnées

Grâce aux variétés sélectionnées, l'éleveur dispos d'un matériel de choix pour obtenir une production optimale (rendement et qualité) à une période donnée. En effet, ces variétés possèdent différentes qualités, variables des unes aux autres, qui permettent un choix de la part de l'utilisateur. Ainsi, existe-t-il des variétés qui :

- produisent tôt au printemps. D'autres produiront moins au printemps mais auront une production estivale intéressante.
- résistent mieux aux maladies. Ceci permet, à la prairie, d'avoir une pérennité plus importante ainsi qu'une meilleure consommation de l'herbe.
- possèdent de meilleures qualités fourragères (plus digestibles, plus appétentes,...)
- sont d'exploitation plus aisée, grâce à une montaison lente.
- possèdent une meilleure adaptation à certaines conditions climatiques.

Selon les possibilités de son exploitation

(climat et sol surtout) et selon le type de production herbagère souhaitée (durée de la prairie, mode de distribution aux animaux), l'éleveur peut diriger son choix.
Pour faciliter celui-ci, les variétés sont classées, espèce par espèce dans un catalogue sur lequel figurent les principales caractéristiques de cette variété (X,I98I,2II).

B. MOTIVATIONS DU CHOIX (75;83;86;I02;I92)

Les motivations de ce choix sont nombreuses et différentes selon les éleveurs, il est donc nécessaire de bien les connaître afin que la variété retenue y réponde au plus justement.

Ces motivations peuvent être :

- la constitution de réserves importantes pour l'hiver
- la constitution de réserves utilisables en été (selon le cas de sécheresse)
- la possibilité de pâturer plus tôt au printemps
- la production d'herbe fraiche en été
- la production d'herbe, intercalée entre deux cultures principales (Ley Farming) par exemple après une céréale et avant un maïs.
- le remplacement d'une prairie de longue durée
- la culture d'une espèce (variété) mieux adaptée à telle ou telle condition particulière de sol ou de climat.

Autant de questions qui peuvent se résumer à quatre :

- Quelle sera la longévité de la prairie ?
- A quelle période de l'année la prairie devra-t-elle produire plus particulièrement ?
- Quelles sont les conditions climatiques ?
- Quelles sont les caractéristiques du sol ?

I - Longévité de la prairie

Selon le niveau de production que l'éleveur compte

donner à son troupeau (plus ou moins intensif), selon l'utilisation qu'il désire faire de son champ (toujours en herbe ou assolement), selon ses possibilités de travail et de finance, selon les qualités de sol et de climat que possède son exploitation (plus ou moins grande facilité d'implantation), il choisira une espèce, une variété plus ou moins pérenne.

PERRENITE	GENRE	ESPECE
I - 2 ans	Graminées	Ray Grass d'Italie
	Légumineuses	Trèfle violet Sainfoin
2 - 3 ans	Graminées	Fétuque des près Ray Grass hybride Brome
	Légumineuses	Luzerne Sainfoin Trèfle blanc variété Ladino Lotier
3 - 5 ans	Graminées	Ray Grass anglais Dactyle Fétuque élevée Fléole Fétuque des près } en milieu favora
	Légumineuses	Luzerne (pas plus de 4 ans Trèfle blanc nain Lotier
Plus longue durée	Graminées	Dactyle Fétuque élevée Fléole Ray grass anglais } en milieux très favorable
	Légumineuses	Trèfle blanc nain

TABLEAU N° 3 : HERBES ET PERENITE (X, I92)

2. Moment d'utilisation

Selon le type de production animale envisagé, selon l'organisation souhaitée pour la conduite de celui-ci, selon le climat de la région, il faut choisir la période de l'année à laquelle la prairie devra présenter des qualités particulières. Bien entendu, il est possible de cultiver sur des champs ou des parcelles différents, diverses variétés d'herbe de manière à obtenir une production étalée sur une période plus ou moins longue de l'année.

Tableau N°4 : HERBES ET PRODUCTION OPTIMALE (X,I92)

Saison	Genre	Espèces
début de printemps	Graminées	Fétuque élevée précoce Dactyle très précoce Ray grass d'Italie
Printemps	Graminées	Fétuque élevée demi précoce et tardif Dactyle demi précoce Fétuque des près Ray Grass anglais précoce et demi précoce
	Légumineuses	Trèfle violet précoce Sainfoin
Fin de printemps	Graminées	Dactyle tardif Eléole Ray Grass anglais tardif et très tardif Fétuque élevée (repousse) Dactyle très précoce (repousse) Ray Grass d'Italie (repousse)
	Légumineuses	Trèfle violet tardif Luzerne
Eté	Graminées	Fétuque élevée (repousse) Dactyle (repousse) Ray Grass d'Italie (semis de printemps)
	Légumineuses	Luzerne Sainfoin (repousse)
Automne	Graminées	Repousses de toutes les espèces citées
	Légumineuses	Luzerne Trèfle violet (repousse)

suite du tableau n°4

arrière saison hiver en climat doux	Graminées	Ray Grass d'Italie (semis d'été) Fléole (repousse) Fétuque élevée (repousse)

Notons que ni le Lotier ni le Trèble blanc ne figurent dans ce tableau ; ceci est du au fait que ces petites Légumineuses produisent régulièrement toute l'année, sauf au début du printemps.

De plus, il est important de connaître l'utilisation qui sera faite de la prairie (pâture ou fauche) puisque selon le mode d'exploitation choisi, la récolte n'interviendra pas au même stade de végétation, donc, au même moment. Ainsi, pour les Graminées au printemps, la pâture peut intervenir soit au stade début montaison (épi dans les gaines des feuilles à 10 cm au-dessus du sol) soit bien avant la montaison (déprimage) ; la fauche, elle, peut avoir lieu soit au stade épiaison (50 % des épis sortie), soit au stade début montaison (apparition des premiers épis).

3. Le climat

Le climat est certes un problème important, mais il n'intervient, tout comme la nature du sol, que dans des cas extrèmes où les conditions sont particulièrement difficile

(voir tableau n°4, page suivante).

Hiver très froid		
sans neige	Graminées	Fléole
	Légumineuses	Luzerne Trèfle violet
avec neige	Graminées	Fléole Ray Grass anglais Fétuque des près
	Légumineuses	Trèfle violet Luzerne
té très chaud		
sec	Graminées	Fétuque élevée précoce Dactyle très précoce
	Légumineuses	Luzerne Sainfoin Lotier
avec irrigation	Graminées	Fétuque élevée Dactyle
	Légumineuses	Luzerne Trèfle blanc Ladino

Tableau n° 4 : HERBES et CLIMAT (X, I92)

De plus, en dehors de ces conditions extrèmes, le climat influence le choix de l'éleveur par le biais de la conduite du troupeau ; en effet, si les solutions offertes au tableau n°8 intéressent l'herbe pâturée, l'agriculteur peut choisir d'autres moyens (surtout pour des dimats moins rigoureux). Il lui est, ainsi, possible d'effectuer durant une période favorable, des réserves qui lui serviront à d'autres périodes de l'année.

4. Le sol

Il existe une interaction entre le sol et le choix de l'éleveur ; en effet, si les caractéristiques du sol induisent une sélection de la part de l'agriculteur, le choix de celui-ci induira une évolution donnée du sol.

a) le sol dirige le choix

Le sol intervient par sa nature chimique et par sa nature physique.

* Caractères physiques

Certains critères physiques sont à prendre en considération, surtout s'il s'agit de cas extrèmes :

- la pente du champ

Une pente excessive peut interdire le passage des instruments de travail du sol

- les possibilités de drainage

l'excès d'eau non drainable peut être très génant. Notons que là où le drainage classique par tuyaux de poterie est inefficace, le modelé du champ (ados) peut lui rendre ses possibilités culturales.

- la texture du sol

Elle peut intervenir en rendant le travail très pénible (traction importante, laps de temps trop important pour le travail).

- les affleurements rocheux

Ils peuvent interdire tout labour de la prairie s'ils sont en nombre trop important.

* Caractères chimiques

Dans certaines conditions extrèmes, la nature chimique du sol peut être un critère du choix.

sols très légers, désséchants	Graminées	Fétuque élevée précoce Dactyle très précoce précoce demi précoce
	Légumineuses	Luzerne Sainfoin Lotier
sols très lourds, asphyxiants	Graminées	Fétuque élevée tardive Fétuque des près Fléole Ray Grass d'Italie
	Légumineuses	Trèfle violet Lotier
sols inondés périodiquement	Graminées	Fétuque élevée Fétuque des près Fléole
	Légumineuses	Lotier des marais
sols très acides	Graminées	toutes
	Légumineuses	Trèfle violet Trèfle blanc.

Tableau n°5 : HERBES et NATURE DU SOL (X,I92)

b) le choix dirige le sol

Le fait que le champ soit en herbe et selon la nature même de cette herbe, le sol va subir certaines modifications.

* Modifications physiques

Quant à sa structure, le sol évoluera d'une manière ambigue puisque certains aspects seront positifs et d'autres négatifs.

- Aspects positifs : granulation et fissuration par les racines. Perforation par la faune (ver de terre surtout)
- Aspects négatifs : Tassement par la marche des animaux lors de pâture. Phénomènes de réduction dus à la décomposition de matières organiques dans un milieu devenu peu aéré.

Rappelons que la structure d'un sol est une notion qualitative qui conditionne la circulation de l'eau et de l'air ainsi que la pénétration des racines, mais dont le rejaillissement sur le rendement de la culture n'est pas simple (variable en fonction du végétal lui-même et des conditions climatiques).

Le choix de l'agriculteur influence aussi la stabilité structurale du sol, c'est-à-dire, la résistance de la structure à l'action de l'eau. Si son influence sur le rendement n'est pas directe, il s'agit tout de même d'une notion fondamentale.

En effet, la stabilisation de la structure du sol, par l'intermédiaire des matières organiques qui lui sont fournies, est fonction de la densité du système radiculaire qui, lui-même, est fonction de l'herbe choisie et du mode d'exploitation envisagé.

- Constituant de la prairie

Le système radiculaire fasciculé des Graminées intervient sur la division et donc la stabilisation du sol. La nature même de la Graminée intervient.

profondeur (cm)	Ray grass anglais Trèfle blanc	Fléolé Trèfle blanc	Dactyle Trèfle blanc	Témoin (vieille culture)
0 - 5	I4,2	9,6	5,4	2,4
5 - I0	3,7	4,0	3,7	2,5
I0 - I5	3,0	2,3	2,5	2,4
I5 - 20	2,2	2,3	2,3	2,2
20 - 25	2,I	2,I	2,I	2,I
25 - 30	I,2	I,5	I,3	I,2

TABLEAU N° 6 : POURCENTAGE D'AGREGATS STABLES SOUS DIVERSES PRAIRIES DE MEME AGE, SUR UN MEME SOL DE LIMON LEGER (G.MONNIER,I961,I02)

L'influence des Légumineuses est plus faible.

- mode d'exploitation de la prairie

Profondeur (cm)	Fauche normale	pâture réelle	Fauche ou rythme de la pâture
0 - 5	6,2	12,9	15,7
5 - 10	3,7	2,4	2,9
10 - 15	1,8	1,7	3,4
15 - 20	1,5	1,1	0,9
20 - 25	1,5	0,9	0,9

Tableau N° 7 : TENEUR(‰ de terre sèche) en racine en fonction du type d'exploitation d'un Rey Grass anglais en culture pure (G.MONNIER,1961, 102)

A noter une répartition homogène dans un système de type fauche qui s'oppose au feutrage de la pâture (exploitation plus fréquente de la prairie lorsque les animaux sont présents).

* Modifications organiques

Il y a une augmentation du taux global de matières organiques et, en plus, cette matière organique a une activité spécifique sur les qualités physiques du sol, nettement supérieure à celle des produits de décomposition d'un fumier par exemple.

Ainsi, une prairie de Graminée apporte au sol 4 à 5 tonnes de matières sèches par an par les racines, 4 à 5 tonnes auxquelles s'ajoutent l'apport du à la base des tiges et aux déjections animales lors de pâture. C'est la fourniture organique la plus importante et la mieux répartie qui puisse s'imaginer.

Rq : la présence d'une telle quantité de matières organique peu évoluées (en cours de dégradation) au moment du retournement pose le problème de la nutrition azotée de la prairie.

* Modifications de la faune du sol

Les collemboles, acariens, insectes et vers de terre se développent parfaitement sous une prairie du fait de l'abondance de la nourriture. Leur rôle est considérable quant à l'évolution des matières organiques et la structure du sol. Notons que le labour réduit dans des proportions non négligeables cette population et que les parasites, tant des cultures que des animaux, suivent la même évolution.

* Modifications des éléments fertilisants

Il s'agit d'un bilan quantitatif qui tend à mesurer les exportations du sol vers le végétal ; en prairie pâturée, ce bilan est très délicat à estimer puisqu'il varie en fonction de la charge animale à l'hectare, du type d'exploitation mais aussi de la répartition des déjections animales sur la prairi

Pour une exploitation de type fauche, le calcul est plus aisé : ainsi, pour un Dactyle en culture pure fauché fréquemment (rythme de pâture), le bilan est le suivant :

pour 12 à 15 tonnes de matière sèche à l'hectare :

N (azote)	:	250 à 300 unités
K(potassium)	:	300 à 350 unités
P (phosphore)	:	30 à 35 unités
Ca (calcium)	:	55 à 65 unités
Mg (magnésium)	:	20 à 25 unités.

De plus, se pose le problème de la répartition par couches dans le profil des éléments assimilabes (cf fig. N°4) qui montre que la couche la plus superficielle est plus riche que le reste de la couche arable (phénomène plus fréquent que général).
Notons, enfin, qu'il existe des variations saisonnières relat vement importantes.

TABLEAU N° 8 : d'après G.MONNIER 1961 (102)

	Profondeur	2 ans (1)	4 ans (2)	des près 4 ans	4 ans desprès	Fléole 4 ans	glais 4 ans(1)	glais 4 ans(2)	naturelle
PH(H2O)	0- 5	7,5	7	7,6	7,3	7,4	6,8	7	6,7
	5-15	7,6	7,1	7,8	7,7	8	7	7,4	6,5
	15-30	7,6	7,5	7,8	7,8	7,8	7,6	7,6	6,6
PH (K CL)	0- 5	7,2	6,7	7,2	7	7,	6,4	6,6	6,3
	5-10	7,3	6,7	7,4	7,3	7,6	6,6	7	5,9
	15-30	7,2	6,9	7,3	7,4	7,5	7,1	7,2	5,9
CALCIUM ASSIMIL.	0-5	1280	525	1440	1000	600	450	400	475
	5-10	1240	425	1550	1130	800	425	500	375
	15-30	960	450	1460	1320	800	500	550	325
MAGNESIE ASSIMIL.	0- 5	30,5	33	32	17	23	28	37	51
	5-10	18	16	20	12	29	10	32	35
	15-30	17,5	15	13	12	35	12	29	31
POTASSE ASSIMIL.	0-5	28	68	20	11	42	64	30	28
	5-10	13	22	13	9	25	12	13	13
	15-30	13	11	10	9	12	10	13	10
PHOSPHATE ASSIMIL.	0- 5	15,5	96	33	30	5	82	2	43
	5-10	11	28	17	15	8	15	4,5	6
	15-30	13,4	25	16	15	8	11	8	2
PHOSPHATE DE RESERVE.	0- 5	21,5	2,7	49	42	15	68	11	28
	5-10	16	1,6	23,5	22	17,5	19,5	16	12
	15-30	15	1,4	24,5	23	14	20,5	15	9
MATIERE ORGANIQUE	0- 5	1,9		2,2	2,4	2,2	3	2,1	2,3
	5-10	1,4		1,4	1,4	1,6	1,4	1,4	2,7
	15-30	1,4		1,4	1,4	1,4	1,3	1,2	2,2

PROFILS DE 8 SOLS DE PRAIRIE AVANT RETOURNEMENT x en cm

NOTE SUR LE TABLEAU DES PROFILS DE 8 SOLS DE PRAIRIE AVANT RETOURNEMENT

Les prélèvements ont été effectués avant retournement par couche de terre :

0 - 5 cm
5 - 15 cm
15 - 30 cm.

Les résultats analytiques pour chaque couche ont été représentés sur les graphiques.

Chaque colonne comprend les graphiques relatifs à 8 déterminations analytiques du sol d'une prairie donnée (analyses effectuées par le S.A.S à Gargenville).

Les prairies sont classées par ordre croissant de durée et les temporaires de même durée et d'une même espèce de Graminées juxtaposées.

Tous ces sols sont des limons des plateaux à 10 - 12 % d'argile provenant d'une même petite région : la bordure Ouest du plateau du Neubourg (Eure).

Les prélèvements ont été faits à une même période de l'année fin de l'automne ou début de l'hiver.

Les deux prairies Fétuque-Fléole et R.G Anglais (2) ont un niveau de fumure inférieur à celui des autres prairies, aussi bien avant leur création que pendant la durée de leur exploitation.

La moyenne par an des apports en couverture pour la prairie a été de : 53 P205 et 80 K20 pour les prairies Fétuque-Fléole et R.G Anglais (2). Pour les autres prairies, cet apport moyen a atteint ou dépassé 100 P205 et 100 K20.

Enfin, il est intéressant de souligner que quelques-unes de ces prairies faisaient partie d'un même ensemble créées en même temps et exploitées de façon comparable. Ainsi

- le Dactyle de 4 ans et le R.G Anglais de 4 ans (1)
- la Fétuque des près de 4 ans et la fléole de 4 ans
- La Fétuque-fléole et le R.G Anglais (2).

La ressemblance est remarquable entre ces profils issus de ces prairies contemporaines et de même localisation.

III CONCLUSION

Ainsi, la prairie temporaire commence et même se définit par le choix d'une espèce, variété d'herbe adaptée au mieux aux exigences de l'éleveur.

Ensuite viennent les problèmes de culture de l'herbe dont la technique doit être connue, comprise, modifiée et adaptée par chacun.

-o-o-o-o-o-

DEUXIEME PARTIE

CULTURE DE L'HERBE

-0-0-0-0-0-

TECHNIQUE DE CULTURE DE L'HERBE

La culture de l'herbe exige la connaissance de techniques simples qui conduiront à la réussite d'une prairie temporaire en doublant au moins son rendement.

Il s'agit de bien choisir la semence, le champ sur lequel va être implantée la prairie, l'époque du semis, mais aussi de bien comprendre la fertilisation pour bien appliquer ses principes, et, enfin, de procurer à la jeune pâture quelques soins qui, s'ils sont simples, n'en sont pas moins indispensables.

I - CHOIX DE LA SEMENCE

(I74;I76;I92;I99)

Il ne s'agit pas de redire ce qui a été vu précédemment ou d'anticiper sur ce qui sera dit ultérieurement, mais de répéter que le choix d'une espèce, d'une variété, est le fait de l'utilisateur lui-même.
Résumons à l'aide d'un tableau les motivations de l'éleveur et le choix qui en découle.

Tableau n° 9 : MOTIVATIONS DU CHOIX D'UNE SEMENCE

(X, I979,I99)

TF : très faible - F : faible - M : moyenne - B : bonne - TB : très bonne -

Chaque fois qu'une appréciation est nuancée (M à B par exemple) cela correspond à des variations selon les variétés (certaines seront moyennes, d'autres bonnes).

(I) : bonne l'année du semis dans le cas de variétés non alternatives semées au printemps

(2) : à condition de prendre certaines précautions (rationnement de la pâture)

(3) : sauf la variété POLDER, à réserver aux marais de l'OUEST.

	DACTYLE	FETUQUE ELEVEE	FETUQUE DES PRES	FLEOLE DES PRES
(1) Durée escompté de la prairie (année)	4 - 8 ans	5 - 10	3 - 5	3 - 5
(2) Pâture :				
- en déprimage avant le début de la montaison	F à M	M à TB	B	TB
- sur la 1ère pousse en cours de la montaison	F	F à M	M	M
- sur les répousses	TB	TB	B	B
(3) Fauche				
- affouragement en vert	B	B	M	F
- pour l'ensilage	B	B	B	TB
- pour le foin	B	B	B	TB
(4) Possibilités de produire plus tôt au printemps	F	M à TB	M	TB
(5) production estivale :				
- année du semis en sol nu au printemps	F	F	F	F
- autres années	B	B	F	TF
(6) Adaptation au froid	M	F à B	B	TB
(7) Adaptation à l'excès d'eau	F	TB	TB	B
(8) Adaptation aux sols acides	B	B	B	B
(9) Vitesse d'implantation	assez lente	assez lente	assez lente	lente
(10) Appétence	B	M à B	B	TB
(11) Richesse en énergie et digestibilité	B	M	TB	M
(12) richesse en protéines	B	M	B	F

TABLEAU Nº 9

, suite tableau n° 9

	RAY GRASS ANGLAIS	RAY GRASS HYBRIDE	RAY GRASS d'ITALIE	LUZERNE	TREFLE VIOLET
(I)	>5 en zone favorable (fraiche, humide; 3 - 5 sinon	2 - 3	6 mois à 2 ans	2 - 4	I - 3
(2) - en déprimage	TB	TB	TB	non adaptée	non adaptée
- sur la Iere pousse	B	B	B	non adaptée	non adaptée
- sur les repousses	TB	B	M(I)	B(2)	B(2)
(3) - affouragement en vert	F	B	B	TB	B
- pour l'ensilage	F à B	TB	TB	B	B
- pour le foin	F à M	B sur les repousses	B sur les repousses	B	F
(4)	F à M	B	B	F exploitation déconseillée à l'éleveur	TF
(5)- année du semis	M	M	B	M	M
- autres années	F à M	M	F	TB	M
(6)	M	M	F	F à B	M
(7)	M	M	M	TF(3)	B
(8)	B	B	B	TF	B
(9)	rapide	rapide à très rapide	très rapide	assez rapide	rapide
(IO)	TB	B	B	TB	TB
(II)	TB	B	B	M	B
(I2)	M	M	M	exceptionnelles	TB

II CHOIX DU CHAMP
(8I;86;I74;I78;I92; 176)

En dehors de l'aspect purement géologique (pente du terrain, nature du sol, risque d'inondation...), il existe deux aspects quant aux choix d'un champ : un aspect technique et un aspect agronomique.

L'aspect technique, sur lequel nous reviendront, réside dans l'utilisation qui sera faite de la prairie ; en effet, une prairie à pâturer devra se situer suffisament près de la ferme pour éviter des déplacements trop importants aux animaux ; de même, un champ séparé des batiments par une grande route ne sera pas utilisé comme pâturage.Par contre, une prairie à faucher peut très bien être éloignée de la ferme ou de l'autre côté d'une route nationale.

L'aspect agronomique, quant à lui, est un problème élémentaire ; la prairie temporaire sera-t-elle installée sur une terre déjà cultivée ou sur une ancienne prairie ?

A. SUR DES TERRES DEJA CULTIVEES

L'implantation d'une prairie temporaire peut être envisagée à la suite d'une autre culture puisque les plantes fourragères herbeuses possèdent de remarquables facultés d'adaptation et qu'elles peuvent être semées aussi bien au printemps qu'en fin d'été.

En allant plus loin, la prairie temporaire est une très bonne culture d'assolement (Ley Farming) puisque, du fait de la décomposition des racines et du gazon de la prairie et du complément de fumure apporté pr les déjections animales lors de pâture, la fertilité du sol est augmentée (cf la prairie temporaire, le sol).

Il devient, alors très intéressant de faire suivre une culture d'herbe ,par une culture très exigente, à la condition de lutter contre un parasitisme éventuel (Taupins) et de favoriser la nitrification de la matière organique accumulée, par un apport azoté.

Le Ley Farming est donc recommandé sauf dans le cas où la culture d'une autre plante que l'herbe semble difficile voir irréalisable (nature physique du terrain) une prairie temporaire faisant, alors, suite à une autre prairie temporaire.

B. SUR d'ANCIENNES PRAIRIES

De nos jours, à l'aide des techniques modernes, il est possible de cultiver des terres dont le travail semblait trop dur et qui, de ce fait, étaient des prairies permanentes.

Pour semer ces anciennes prairies, il faut détruire la végétation existante, puis, en profitant d'une période favorable (souvent l'été), de déchiqueter et d'aérer le feutrage du gazon (au Rotavator ou par des disquages et hersages croisés). Enfin, par traitements chimiques, la destruction des parasites et surtout des taupins est réalisée.

Il ne reste, alors,qu'à semer et notons à ce propos qu'un bon "lit de semence" (sur IO cm environ) est nécessaire à l'implantation d'une prairie temporaire derrière une ancienne prairie permanente.

III - CHOIX DU MOMENT DU SEMIS
(I74;I76;I92;200;20I)

Le semis peut intervenir au grè de l'éleveur, soit au printemps, soit à la fin de l'été. Les motifs de ce choix peuvent être très simples (l'agriculteur n'a pas le temps de semer à la fin de l'été par exemple), ou plus techniques

(espèce fourragère choisie, rotationde culture choisie, climat,...)
Quoiqu'il en soit, chacune de ces deux méthodes a ses avantages et ses inconvénients.

A. SEMIS DE PRINTEMPS

Ce semis doit intervenir suffisamment tôt dans la saison pour permettre une bonne implantation des racines avant les premières sécheresses, et ceci d'autant plus que l'espèce choisie craint l'absence d'humidité ou l'alternance humidité sécheresse (Fétuque élevée).

I- Avantages

- La possibilité d'une meilleure préparation du sol : l'hiver, sur un labour d'automne, permet au gel de casser les mottes, à la terre de se tasser et à l'eau de s'accumuler.

- Prairie opérationnelle en été, à une période où les repousse des anciennes prairies sont difficiles ; elle sera composée d'herbes qui, sauf cas particuliers, n'atteindront pas le stade épiaison et ne seront donc que feuillues.

- Les racines resteront bien vivantes jusqu'à l'année suivante

2- Inconvénients

- Risques de sécheresse lors de la levée de l'herbe ;

- Faiblesse du rendement l'année d'installation pour les plantes pluriannuelles

B. SEMIS DE FIN D'ETE

Le semis doit intervenir de façon à ce que les racines soient bien enfoncées dans le sol et que la plante ait commencé à taller avant les premiers froids. Ainsi un Dactyle doit-il être semé au plus tard fin aout (Le Dactyle est très sensible au gel lorsqu'il est jeune).

I - avantages

- Plus de risque de sécheresse après la levée.
- Gain de temps pour la productivité de la prairie

2 - Inconvénients

- Préparation du sol ; le temps risque de manquer, surtout si la culture précédente est une céréale.
- En cas de pluies tardives (fin d'automne), la levée n'a lieu que juste avant les froids,ce qui est fatal aux jeunes plantes non tallées.

Rq : La Fléole résiste assez bien au froid lorsqu'elle est jeune ; il s'agit d'une exception.

En conclusion :

semis	avantages	inconvénients
de printemps	-préparation du sol -croissance des jeunes plantes favorisées par la chaleur -plantes feuillues	-risques de sécheress à la levée -rendement faible la première année pour les plantes plurian-nuelles
de fin d'été	-gain de temps -pas de risque de sécheresse après la levée.	-préparation du sol - lors de sécheresse, risques de gel avant le tallage.

Tableau n°IO : PERIODE DU SEMIS

Du fait de leur rapidité d'installation, les Ray Grass peuvent être semés plus tôt au printemps et plus tard à l'automne.

IV LA FERTILISATION

Nous n'envisagerons ici que les buts de la fertilisation ; une étude plus approfondie sera faite dans le chapitre suivant.

- Compenser les exportations du sol afin de maintenir la fertilité de celui-ci (objectif principal)
- Remedier au défaut éventuel de fertilité du sol
- Assurer la nutrition minérale de la plante en fonction de ses besoins physiologiques.
- Obtenir un fourrage dont la composition minérale soit en accord avec les besoins des animaux.

V - PREPARATION DU SOL ET SEMIS

Pour obtenir un bon semis, il est nécessaire d'envisager une modification physique du sol de manière à ce qu'il soit très fin en surface et suffisamment tassé en profondeur, puisque les graines de ces plantes fourragères sont de petite taille (2-4 mm de long et moins de I mm de large pour les Graminées ; I-2 mm de diamètre pour les Légumineuses).

De plus intervient l'humidité du sol :

. un sol finement émiétté en surface permet un contact intime entres les particules de terre et les graines enfouies ; ce qui autorise la pénétration d'humidité dans les graines et donc leurs germinations.

. un tassement des couches profondes permet la remontée de l'humidité vers la surface en période sèche.

Rq : le tassement de la couche superficielle, par le piétinement notamment, peut provoquer une chute du rendement par dégradation de la flore ou mauvaise nutrition.

Cependant, la préparation du sol différe selon que la prairie à venir fait suite à une autre prairie ou à une autre céréale.

I - Après une céréale

a) le déchaumage

Le déchaumage seul est déconseillé contrairement à un déchaumage rapide après la récolte, suivi d'un labour après les premières pluies.
Après cette opération, la terre doit se "reposer" afin de se "rappuyer".

b) préparation du "lit de semence"

Un émiéttage très fin du sol est obtenu par plusieurs passages de la herse (bris des mottes de terre et nivellement du sol).
L'utilisation d'un rouleau très lourd (cultipacker ou cross kill) permet ensuite le tassement du sol en profondeur.

c) niveau de tassement

- En conditions sèches ou normales, le sol doit être suffisamment ferme pour que les roues du tracteur ne laissent pas de trace. Ce tassement permet à l'eau du sol de monter régulièrement vers les couches superficielles où seront déposées les graines.
- En conditions très humides, un tassement trop important est néfaste et aboutit au "plombage" du sol.

2 - Après une prairie

En plus des manoeuvres décrites précédemment, il faut détruire le feutrage :
- soit par passage d'un Rotavator ou d'un cover crop
- soit par un labour peu profond suivi d'un labour plus profond, enfouissant lorsque le feutrage est suffisamment décomposé.

Un traitement contre les taupins, vers blancs et autres tipules peut être envisagé (épandage de carbamates ou d'organo phosphorés).

B. LE SEMIS

I - DESHERBAGE (I78)

Avant d'envisager de semer, il est nécessaire de désherber ; en effet, et il s'agit d'une règle générale, il est toujours préférable de semer en sol nu puisque la présence d'une plante abri induirait une compétition avec la Graminée ou la Légumineuse.

- Compétition pour l'eau et les éléments fertilisants, indispensables surtout lors du démarrage de la prairie.
- Compétition pour l'occupation du sol au niveau de l'enracinement : du fait même de l'abri, l'humidité reste en surface ainsi que les racines de la jeune pousse.Or, comme ce type d'enracinement est définitif (les nouvelles racines se développent au-dessus des premières, au niveau du plateau de tallage), la prairie sera très sensible à la sécheresse et aura un rendement diminué d'autant, une fois la plante abri récoltée.

Ce désherbage se fait différemment selon la nature de la plante à semer :
- les Graminées fourragères à installation rapide (Fétuques, Dactyle) sont traitées au stade "4feuilles" (début du tallage) à l'aide des herbicides employés pour les céréales (hormones ou colorants).
- Les Légumineuses et les associations Légumineuse-Graminée sont desherbées à l'aide de colorants tels que les DNPB, ou d'hormones à base de MCPB ou de 2,4 DB selon les espèces, ou de tout autre désherbant non toxique pour les Légumineuses.

Rq : après le désherbage, apporter 30-40 unités d'azote à l'hectare à la Graminée (phase de tallage).

2 - COMMENT SEMER

Trois étapes successives doivent avoir lieu.

- ouverture de la terre par un hersage
- semer de manière à enfouir régulièrement les graines à I-2 cm de profondeur. Cet enfouissement peu profond s'explique par la faiblesse des réserves des graines d'herbe, qui oblige la jeune plante à atteindre rapidement la lumière. On utilisera le semoir en ligne à céréales (dont l'écartement des rayons sera réduit au minimum), seul appareil à permettre ce semis régulier et peu profond.

Rq : Pour semer une association Légumineuse Graminée, deux passages en alternant ou en croisant sont préférables, et de beaucoup, à un mélange des graines dans le semoir.

- fermeture du lit de semence à l'aide d'un rouleur ou d'un cultipacker, de manière à assurer un dernier tassement. L'utilisation de la herse après le semis déterre certaines graines et en enfouit d'autres trop profondément, nous le déconseillons donc.

3. DOSE DU SEMIS

Cette dose se calcule à partir du poids des graines d'une part.

GRAMINEES	nbre de graines par gramme	LEGUMINEUSES	nbre de graines par gramme
Ray Grass -d'Italie -hybride -anglais		Luzerne	400-700
-diploïde	450-550	Trèfle violet -diploïde	500-600
-tétraploïde	350-400	-tétraploïde	300-400
Fétuque élevée	400-550	Trèfle blanc	I500-2000
Fétuque des près	400-550	Lotier	700-I000
Dactyle	700-I000		
Fléole	2 500		

Tableau n°II : POIDS DES GRAINES (X,I974,I74)

Et d'autre part de la densité future de la prairie ; il a été montré que 300 à 500 plantes au mètre carré étaient suffisantes. En comptant qu'il est nécessaire de semer 3 à 4 fois plus de graines que le nombre de plantes recherché, du fait des inégalités de répartition des graines sur les lignes et des pertes inévitables.

Arrivons, donc, aux doses suivantes, en fonction des espèces

GRAMINEES	BROMES	DACTYLE	FETUQUE ELEVEE	FETUQUE DES PRES
kg/ha	40-80	I5-20	20-25	I5-20

GRAMINEES	FLEOLE	RAY GRASS . d'Italie . anglais . hybride diploïdes	RAY GRASS . d'Italie . anglais . hybride tétraploïdes
kg/ha	5 - 7	I5 - 20	20 - 25

LEGUMINEUSES	LUZERNE	TREFLE violet diploïde	TREFLE violet tétraploïde
kg/ha	I5 - 20	I5 - 20	20 - 25

EN ASSOCIATION AVEC UNE GRAMINEE	LOTIER	TREFLE BLANC
kg/ha	4 - 6	0,5 - I

TABLEAU N° I2 : DOSE DE SEMENCE NECESSAIRE POUR CHAQUE ESPECE (X,I974,I74)

Les graines de Brome sont grosses et présentent des crêtes. Elles doivent donc être ébarbées et semées à des doses très élevées (50 - 80 kg pour les variétés DELTA et BELLEGARDE, 40 - 50 kg pour les variétés LUBRO et LUVAL).

IV PREMIERS SOINS A LA JEUNE PRAIRIE

La jeune prairie est menacée par :

- les mauvaises herbes (cf paragraphe précédent : desherbage).
- les limaces, particulièrement dangereuses à la levée de l'herbe par temps doux et humide. Elles sont détruites par des appats empoisonnés (Métaldehyde).

De plus, le plus tôt possible, soit 6 à 8 semaines après le semis, un fort pâturage de très courte durée permettra :

- de favoriser le tallage des jeunes Graminées
- de supprimer une grande partie des "mauvaises herbes". Si l'animal ne les a pas toutes détruites, il est absolument nécessaire de faucher les refus de manières à empêcher que les mauvaises herbes ne "grainent".
- un léger assèchement superficiel qui induit un enfoncement radiculaire et donc une meilleure résistance à la sécheresse et au froid.

En conclusion, toutes ces mesures agrémentées d'une bonne compréhension et donc d'une bonne utilisation de la fertilisation conduisent à l'intensification fourragère, qui, rappelons le, est le but de la prairie temporaire.

-0-o-0-o-0-o-0-o-0-o-0-o-0-

LA FERTILISATION

Fertiliser une terre est, au moins compenser les exportations du sol afin d'en maintenir la fertilité. Il s'agit d'une notion très importante sans laquelle il ne peut être question d'intensification fourragère.

Mais bien connaître et bien comprendre la fertilisation, c'est d'abord savoir les différents paramètres qui la régisse.

I NUTRITION DES PLANTES

(72;82;83;85;101;134;141;143;179;197)

La plante, pour révéler ses qualités optimales, doit trouver dans le sol les éléments nutritifs nécessaires à son développement.

A. LES ELEMENTS FERTILISANTS INDISPENSABLES

Parmi les éléments nécessaires à la constitution des tissus du végétal et devant être dans le sol, se trouvent :

- les élements plastiques : participent à la formation des tissus et représentent 99% de leur masse.
- les oligoéléments : en très faible quantité.

Composition moyenne du végétal en pourcentage de matière sèche		Eléments fertilisants indispensables se trouvant dans le sol
Eléménts plastiques		Cations
Carbonne (C)	42 %	Calcium (Ca^{++})
Oxygène (O)	44 %	Magnésium (Mg^{++})
Hydrogène (H)	6 %	Potassium (K^{+})
Azote (N)	2,0 %	Azote ammoniacal (NH^{+})
Potassium (K)	2,5 %	Sodium (Na^{+})
Phosphore (P)	0,4 %	
Calcium (Ca)	1,3 %	Anions
Magnésium (Mg)	0,4 %	Phosphoriques ($HPO_4^{=}$ ou $H2PO4^{-}$)
Soufre (S)	0,4 %	Sulfurique ($SO_4^{=}$)
Dligoéléments		Azote nitrique (No_3^{-})
Fer (Fe) - Zinc (Zn)		Chlore (Cl^{-})
Manganèse (Mn) - Bore (B)		Silice ($SiO_3^{=}$)
Cuivre (Cu) - Molybdène (Mo)		Oligoéléments
Chlore (Cl).		les mêmes.

Tableau n° 13 : COMPOSITION D'UN VEGETAL et ELEMENTS FERTILISANTS INDISPENSABLES

(X,I974,I97)

Rq : certains corps tels que le cobalt (Co) ne sont indispensables qu'à l'animal.

B. LES SOURCES D'ELEMENTS FERTILISANTS

1 - l'air

La plante trouve dans l'air le gaz carbonique (CO_2)

qui lui apporte carbone (C) et oxygène (O) par assimilation chlorophyllienne et photosynthèse. L'air lui fournit aussi une partie du soufre (S) nécessaire sous forme de SO_2.

2 - l'eau

L'eau (H2O) donne à la plante hydrogène (H) et oxygène (O).

3 - le sol

Le sol procure à la plante l'azote (N) sous forme nitrique ou ammoniacale et les éléments minéraux (K,Ca, P, Mg, S, oligoéléments).

Rq : les Légumineuses prélèvent l'azote dans l'air grâce aux bactéries contenues dans les nodosités radiculaires et vivant en symbiose avec la plante (Rhizobium).

Tous ces éléments que le sol cède à la plante représentent ses exportations qui doivent être au moins compensées par diverses importations de manière à ce que le bilan soit nul, voire positif.

Cultures	Azote (N)	chaux (CaO)	Potasse (K_2O)	Anhydride phosphorique (P_2O_5)
Tréfle violet	340	220	340	64
Chou (Moëllier blanc)	245	335	300	70
Ray Grass d'Italie (fauche)	200	113	170	65
Dactyle (fauche en 1ère coupe)	195	140	200	50
Ray Grass anglais (Melle pâture).	240	110	260	70

tableau n°14 : LES EXPORTATIONS DU SOL (en KG/HA/IO tonnes de matières sèches) (KERGUELEN, I960,82)

C. EQUILIBRE PHOTOSYNTHESE - ALIMENTATION MINERALE

Il s'agit d'une loi importante : pour qu'une plante puisse se développer convenablement, il faut que soit réalisé un équilibre entre :

- l'alimentation carbonée : fixation de carbone (CO_2) par les feuilles en vue de la synthèse des glucides.
- l'alimentation minérale : effectuée par les racines.

En effet, si l'activité des feuilles et celle des racines ne sont pas en harmonie,des accidents interviennent qui nuisent au rendement de la prairie (verse, échaudage, ...)

Par conséquent, une fertilisation minérale doit s'accompagner d'une assimilation chlorophyllienne intense obtenue en mettant tout en oeuvre (densité de semis, placement des graines, choix des variétés, désherbage, lutte contre les parasites, ...) pour que les cultures utilisent au mieux l'énergie lumineuse qu'elles reçoivent.

II - LE SOL

(21;75;82;83;102;206)

A. DEFINITION

Le sol se définit par sa nature et, donc, son origine. Généralement, il provient de la décomposition de la roche mère sous-jacente par des phénomènes physiques, chimiques ou biologiques, sa nature étant, alors, la même que celle de cette roche.

Dans d'autres circonstances, cette nature peut être différente et résultée d'un apport alluvial par l'eau ou le vent.

Quoiqu'il en soit, pour l'agriculteur, le sol se divise en :

- sol superficiel
- sol sous jacent.

1- Le sol superficiel

C'est la partie du sol dans laquelle les plantes croissent, c'est-à-dire, la partie qui est travaillée. Cette "terre arable" riche en matières organiques constitue un milieu vivant (microflore et microfaune).
Son état physique doit autoriser une bonne circulation de l'eau et de l'air ainsi que le développement du système radiculaire de la plante. Son état chimique conditionne, quant à lui, la valeur de la culture sus jacente.

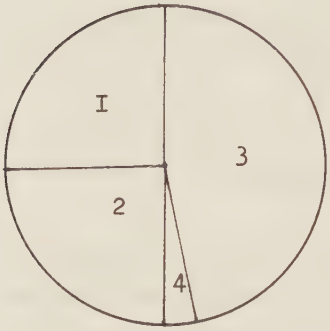
2- Le sol sous jacent

C'est la zone intermédiaire entre la terre arable et la roche mère ; d'épaisseur variable, il est moins riche en matières organiques que le sol superficiel. Le système radiculaire s'y développe également et devra donc y trouver des éléments nutritifs.

Sa nature chimique peut évoluer par enrichissement du fait de l'entraînement en profondeur des éléments fertilisants.

B - ETAT PHYSIQUE DU SOL

I - Composition du sol



Espace poreux :
I - air
2 - eau

Fraction solide :
3 - éléments minéraux
4 - matières organiques

FIG.N°4 : LES CONSTITUANTS DU SOL
(X, I974, 206)

L'espace poreux peut occuper jusqu'à la moitié du volume total ; cependant, la proportion entre eau et air est soumise à des fluctuations importantes, l'état limite d'humidité correspondant en une division à parts égales de l'espace poreux entre ses deux constituants. La fraction solide (2 - 5 % de matière organique pour 95 98 % d'éléments minéraux) est sous forme d'agrégats.

2 - Texture du sol

On définit la terre fine par élimination des graviers et cailloux du sol ; l'analyse granulométrique de la terre aboutit à la classification conventionnelle suivante :

cf tableau n°I5 page suivante.

TERRE FINE					
ARGILE	LIMON ou LIMON FIN	SABLE TRES FIN OU LIMON GROSSIER	SABLE FIN	SABLE GROSSIER	CAILLOUX ET GRAVIERS
2 microns	0,02 mm	0,05 mm	0,2 mm	2 mm	

TABLEAU N° 15 : CLASSIFICATION PAR ANALYSE GRANULOMETRIQUE
(X, I974, 206)

La texture du sol se définit par la distribution entre sables, limon et argile, les particules argileuses supportant une part importante des réserves nutritives du sol. Certains sols possédent, en outre, des particules calcaires, en proportion variable (carbonate de calcium plus ou moins pur), classées par analyse granulométrique dans chacune des catégories.

3 - Structure du sol

a) définition

Une fraction de la matière organique du sol(issue de la biotransformation des tissus végétaux et des déjections et cadavres animaux) produit l'humus qui forme avec l'argile des colloïdes, substances insolubles dans l'eau mais qui s'y mettent en suspension. Ces colloïdes, du fait de la présence de calcium, sont floculés et forment un complexe argilo humique dans lequel l'humus protège l'argile.
Les autres fractions de la terre fine, liées par l'humus, forment des agrégats qui ménagent entre eux des espaces lacunaires remplis d'eau et d'air ; ces agrégats se rassemblent pour former des mottes.
La forme, la taille et la disposition des agrégats caractérisent la structure du sol.

b) propriétés

Les qualités structurales d'un sol sont la porosité et la stabilité. La porosité du sol permet une bonne circulation de l'eau et de l'air. Elle est liée au volume attribué aux espaces lacunaires. Ainsi, un sol insuffisamment poreux reste gorgé d'eau en surface faute d'écoulement vers le sous-sol ; les racines sont asphyxiées et la plante meurt tandis que la flore microbienne aérobie disparaît et n'assure donc plus la décomposition des déchets organiques.

La stabilité du sol permet aux racines d'explorer un maximum de terre. Elle peut être obtenue par :
- chaulage (en sol acide) ce qui induit la floculation du complexe argilo-humique.
- restitution d'un maximum de matière organique pour renforcer ces complexes (la fertilisation accroît l'importance des restitutions organiques à partir des résidus de récolte).
- une bonne connaissance et donc utilisation du climat (gel, alternance humidité sécheresse).
- le développement de la faune tellurique, en relation avec les teneurs en matière organique et en calcium, le Ph, l'aération et l'humidité du sol.
- un travail approprié du sol (l'évacuation de l'excès d'eau est facilitée par l'époque, la profondeur et la forme du labour ainsi que par le drainage).

Rq : l'emploi d'engrais sodiques qui dispersent le complexe argilo-humique doit être évité en terre battante.

Rq : en cas de détérioration de la structure du sol (émiettement trop fin) le mode le plus sûr de régénération est le repos sous prairie temporaire durant quelques années.

c) Intérêts

Une bonne structure du sol, permettant une bonne circulation de l'eau et de l'air, règle (en fonction de son épaisseur) la profondeur de l'enracinement des plantes.

Plus précisément, la structure du sol oriente le choix des espèces fourragères :

- sols de Gley (argile blanche peu profonde) : Fétuques, Fléoles, ou Ray Grass d'Italie
- sols Podzoliques (landes acides, bruyères,...) : Ray Grass d'Italie, Dactyle, Fétuques.
- sols de structure plutôt défavorable : Ray Grass d'Italie (en culture "pionnier").

Enfin, la connaissance exacte de la structure du sol détermine le choix de la façon culturale : profondeur de labour, type de labour, époque de travail du sol, nature des façons accompagnant le semis.

4 - L'eau du sol

L'eau du sol a un double rôle :

- couvrir la quasi totalité des besoins très importants en eau de la plante (selon les espèces, il faut entre 300 et 800 litres d'eau pour former 1 kg de matière sèche de plante).
- dissoudre les éléments nutritifs du sol pour former la "solution du sol".

L'alimentation de la plante en eau et en éléments minéraux se fait par déplacement d'ions et d'eau vers les surfaces absorbantes des racines sans que leur pénétration dans les tissus fasse appel aux mêmes phénomènes.

a) l'eau utilisable par le végétal

Après une pluie, l'eau occupe l'ensemble du système lacunaire ; après ressuyage, seuls les micropores (inférieurs à 30 microns de diamètre) sont envahis, les macropores étant remplis d'air. Le sol a atteint, alors, sa capacité de rétention au champ.

S'il ne pleut plus, la plante se flétrit, d'abord

le jour, puis jour et nuit ; le point de flétrissement est atteint.

Rq : il reste toujours de l'eau autour des particules de terre et dans le plus petit des micropores (diamètre inférieur à 0,2 microns), soit 5 % pour les sols sableux et 15 % pour les sols argileux. Malheureusement, cette eau n'est pas utilisable par la plante.

La réserve d'eau utilisable est donc la quantité d'eau comprise entre la capacité de rétention au champ et le point de flétrissement ; plus la structure du sol est fine et plus sa réserve d'eau est importante.

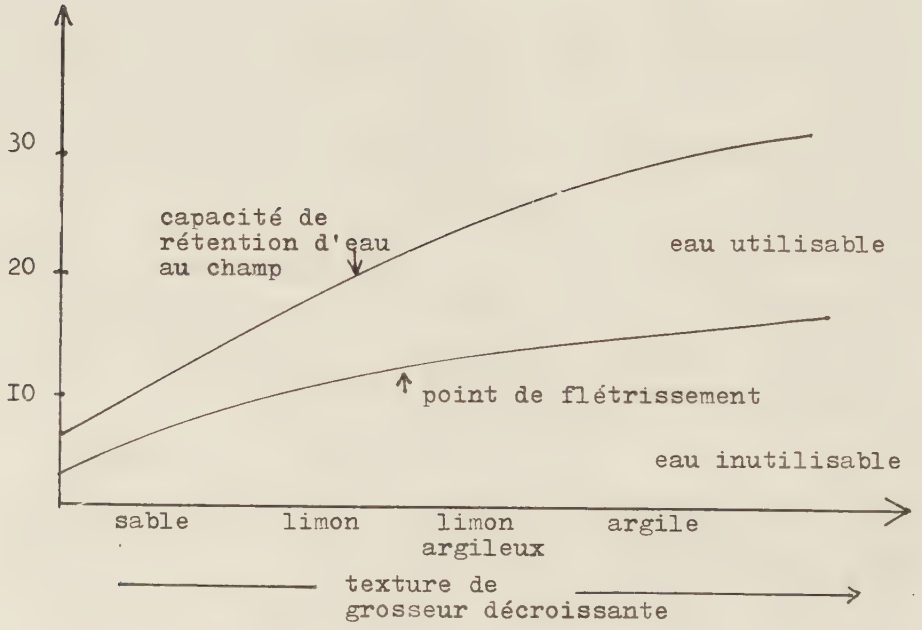


Fig. N°5 : HUMIDITE DU SOL ET TENEUR EN ELEMENTS FINS (X,1974,206)

b) mouvements de l'eau dans le sol

L'eau du sol est sujette à des mouvements opposés, l'un descendant, l'autre ascendant.

L'eau d'infiltration ruisselle par les espaces capillaires enrichissant la terre en oxygène, gaz carbonique et sels minéraux. Cette infiltration est d'autant plus importante que :

- la surface du sol est irrégulière et offre, donc, plus d'obstacles au ruissellement.
- les éléments terreux sont gros.
- l'argile floculée est en abondance.

Ce phénomène a lieu durant les périodes humides (automne et hiver en particulier). Si, du fait d'une surcharge en eau ou d'une mauvaise irrigation, une partie de l'eau ne s'infiltre pas (phénomène de drainage), il y a perte importante d'éléments minéraux, perte pouvant atteindre (par hectare et par an) :

- 200-600 kg de chaux
- 0 - 30 kg d'azote
- 0 - 30 kg de soufre, magnésie et potasse

(X,I974,206)

Rq : l'acide phosphorique n'est pratiquement pas entraîné par cette eau de drainage.

En cas de sécheresse (en été particulièrement), l'eau est soumise à des mouvements ascendants et parfois latéraux lors de son absorption par les racines. Ils sont dus à une diffusion capillaire qui permet un apport conséquent d'eau et de certains sels minéraux (calcium et magnésium surtout), mais insuffisant pour d'autres (potassium et phosphore). L'alimentation en ces éléments est, alors, le fait des agrégats situés à proximité des racines.

Cette diffusion capillaire est liée à :

- la finesse des particules de terre.

- le degré de tassement du sol.

Cependant, elle ne peut compenser les pertes par évaporation à la surface du sol et par transpiration des feuilles : d'où un bilan négatif.

c) conséquences de ces mouvements pour la fertilisation.

Les mouvements de l'eau, et surtout les pertes par vapeur d'eau, peuvent être réduits (paillage, brise-vents... ou augmentés(irrigation).

L'irrigation accroît quantitativement la récolte et donc augmente les besoins minéraux et les exportations en ces éléments. C'est pourquoi, l'irrigation doit s'accompagner d'une fertilisation correspondante.

D'autre part, en l'absence d'irrigation, la fertilisation accroît le développement du système radiculaire et améliore le fonctionnement des stomates (organes de la feuille pouvant s'ouvrir ou se fermer pour régulariser les échanges d'eau avec le milieu extérieur) ; elle induit, donc, une meilleure résistance à la sécheresse.

C. PROPRIETES PHYSICO CHIMIQUES DU SOL

Un sel minéral en solution dans l'eau est divisé en deux ions :

- l'un chargé négativement : l'anion
- l'autre positivement : le cation.

L'ensemble formant les réserves échangeables du sol.

Rq : A ces ions, il faut ajouter l'azote, l'acide phosphorique,... pour compléter cette notion de réserve échangeable. Ces derniers sont libérables par minéralisation et dégradation de la matière organique.

Le complexe argilo humique, sous forme de colloïde, est chargé négativement et fixe donc les cations.

I- Les différents ions et leurs mouvements

Les cations sont en perpétuel mouvement dans la solution colloïdale, et surtout les cations les plus éloignés du centre électronégatif du complexe argilohumique ; ces cations en mouvement sont les éléments minéraux échangeables (assimilables) entre le complexe et la solution du sol.

a) les cations

L'ion hydrogène (H+) est le plus fortement retenu au sein du complexe argilohumique. Viennent ensuite l'ion calcium (Ca++), l'ion Magnésium (Mg++), l'ion ammomium quaternaire (NH_4^+) et l'ion potassium (K+). Loin derrière les autres cations, se trouve l'ion sodium (Na+)

b) les anions

L'ion phosphorique ($PO_4^{\equiv}$) est le plus intéressant et le plus fortement lié au complexe argilohumique. D'autres anions se fixent sur le complexe, tels les borates et sulfates. D'autres encore, ne sont pas retenus par le sol comme l'ion chlorure (Cl^-) et l'ion nitrate (NO_3^-).

c) conséquences pour la fertilisation

L'ion phosphorique et, à un moindre degré, l'ion potassium, fixés fortement au complexe argilohumique, sont très peu mobiles et diffusent très lentement dans la solution du sol ; il faut, donc, déposer les engrais phosphatés et potassiques à proximité des racines.
Les engrais azotés apportent l'azote sous forme du cation ammonium quaternaire (NH_4+) ou de l'anion nitrate (NO_3-). Enfin, si le cation est fixé par le complexe, l'anion a une capacité de déplacement dans le sol importante, surtout en profondeur (selon la capacité de rétention d'eau du sol, il s'enfonce de I cm pour 3 à 8 mm d'eau de pluie).

2 - La fixation des cations, le pH du sol

Le complexe d'un sol est saturé lorsque tous les ions H+ ont été remplacés par d'autres cations. Le total de ces cations fixés (CA++, Mg++, K+, Na+, H+) détermine la "capacité d'Echange en Cation" (T) exprimée généralement en milliéquivalents pour I00 g de terre.

Rq : T varie avec la teneur en argile (constante pour un sol donné) et le taux d'humus (fluctuations lentes).

Cependant, on mesure plus fréquemment la "saturation en bases" (S) qui représente la somme des cations métalliques fixés sur le complexe argilohumique à un moment donné, et qui s'exprime par le rapport :

$$S = \frac{Ca^{++} + Mg^{++} + K^{+} + Na^{+}}{T}$$

S se rapproche de I00 % lorsque le pH se neutralise.

Rq : le pH d'un sol mesure la quantité d'ions H^+ libres, et est donc lié à la saturation en bases. Cependant, les ions H^+ libres dans la solution sont en équilibre avec ceux fixés par le complexe. Ces derniers représentent l'acidité potentielle d'un sol qui est I.000 à I00.000 fois plus élevée que l'acidité active du sol.
Un sol est acide si $pH < 6,8$
neutre si $6,8 < pH < 7,2$
Alcalin si $pH > 7,2$

Pour un cation donné, son assimilabilité varie avec :

- son abondance relative (plus il est abondant et plus facilement il est libéré)
- à abondance relative égale, sa mobilité (en rapport avec la nature du colloïde).

Ainsi, certains auteurs (A.MEHLICH,I956, in 82) proposent, pour quelques colloïdes une courbe de pH en fonction

de la saturation en bases (courbe qui traduit la mobilité de l'ion H^+ ; plus cette mobilité est grande et plus le pH est faible).

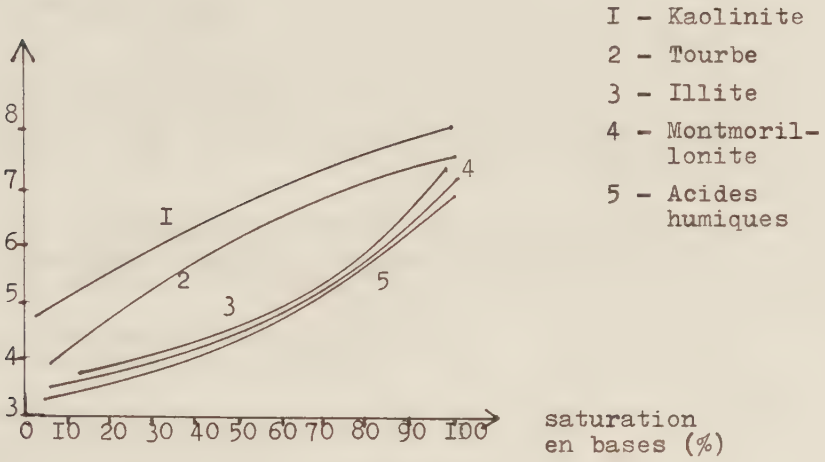


FIG N° 6 : MOBILITE DE L'ION H^+
(L.M THOMSON, 1957, in 82)

Rq : le calcium (Ca^{++}) est assimilable à partir des saturations suivantes en calcium de la solution :
- 70 % pour des Montmorillonites (CE MARSHALL, in 82)
- 40 % pour des Kaolinites (CE MARSHALL, I.E.MILES, in82)
- 25 % et moins pour des acides humides (I.E MILES, JM HESLEP, JC SHICKLUNA, JF DAVIES, in 82)

Sachant que l'ion Ca^{++} est le plus abondant après l'ion H+, le pH minimum compatible avec une bonne fertilité calcique est le suivant :
- pH = 5-5 pour une Montmorillonite
- pH = 6 - 6,5 pour une Kaolinite
- pH = 3,6 pour des acides humiques.

3 - La fixation des anions

Et surtout de l'ion phosphorique ; en présence d'argiles, il se fixe au complexe argilohumique :

. soit par l'intermédiaire de l'ion calcium (Ca^{++}) (sol minéral)

. soit par l'intermédiaire d'hydroxides de fer et d'alumine (sol très acide pH $<$ 5,5).

Cette fixation diminue beaucoup l'assimilabilité de l'acide phosphorique qui serait, sans cela, maximale entre pH = 6 et pH = 6,8.

Rq : en présence d'acides humiques (cas des surfaces fourragères), l'absorption de l'ion phosphorique par le complexe est nettement réduite.
La présence d'acides humiques augmente donc l'efficacité de la fumure phosphorique.

4 - Conséquences pour l'agriculteur

Pour que l'apport du à la fertilisation soit maximal, il faut :

- augmenter T (capacité d'échange en cations) par la formation d'humus. (enfouissement d'amendements humiques). Les amendements calcaires ont l'effet inverse.
- saturer le complexe argilohumique par un apport de cations en rapport avec sa capacité d'échange (fertilisation minérale).

Rq : les engrais influent sur le pH du sol :
- Engrais décalcifiants et, donc acidifiants : engrais ammoniacaux, sels de potasse, soufre, urée.
- Engrais alcalinisants : cyanamide, scories, phospal, nitrates de chaux et de soude
- Engrais sans action : superphosphates, phosphates moulus.

D - LE SOL, MILIEU BIOLOGIQUE

I - La faune du sol

Dans le sol, se multiplie une faune, qui, selon sa taille, est divisée en macrofaune et microfaune.

a) Macrofaune

Ce sont les rongeurs, arthopodes, mollusques et annélides. Le plus important d'entre eux, par son action, est le ver de terre qui brasse les différentes couches du sol et en améliore la structure.
Certains arthropodes, au contraire, ont un effet désastreux en raison des dégats qu'ils infligent à la culture (Taupins, vers blancs).

b) Microfaune.

Elle a principalement un rôle de stimulation et de rajeunissement de la flore tellurique.

2 - La flore du sol

Ce sont les algues, champignons et bactéries. Ces dernières digèrent la lignine, la cellulose, les protéines..., contenues dans la matière organique, interviennent dans diverses étapes du cycle des éléments fertilisants et favorisent la synthèse des substances de croissance.

E - ENTRETIEN DE LA FERTILITE DU SOL

L'entretien du sol repose sur :
- le choix de la succession culturale
- les façons culturales
- les engrais

- la restitution de matières organiques et les apports de chaux et magnésie.

C'est ce dernier point qui nous intéresse dans ce paragraphe.

I - L'humus et la matière organique

La matière organique, issue des débris animaux et surtout végétaux, se trouvent sous trois aspects dans le sol :

- les matières organiques libres (pauves en azote)
- les substances transitoires de l'humidification qui se fixent à la surface des agrégats et améliorent la qualité structurale.
- les matières organiques liées à l'argile du sol, appelées humus (fraction la plus importante).

a) Rôle de l'humus

L'humus agit sur certains paramètres du sol et contribue ainsi à l'accroissement de sa capacité de production.

. Action sur les propriétés physiques du sol

. effet positif sur la stabilité des agrégats, sur la structure du sol

. augmentation de la capacité de rétention d'eau du sol.

. Action sur l'activité biologique du sol

. stimulation de l'activité des micro-organismes (bactéries et microfaune).

. Action sur les conditions de nutrition des plantes

. accroissement de la capacité totale d'échange

. libération d'azote nitrique

. maintien du phosphore à l'état assimilable (formation d'humo-phosphates).

. amélioration de la disponibilité de certains ions (Ca^{++}, Mg^{++}, K^{+}).

. absorption facilitée des éléments fertilisants au niveau des radicelles.

. Action sur la croissance des plantes.

. action stimulante des hormones, vitamines, et substances de croissance de l'humus sur les végétaux supérieurs.

b) Synthèse et minéralisation de l'humus

Le coefficient isohumique (KI) est défini par la quantité d'humus stable formé parkilogramme de matière sèche (MS) apportée au sol.

Rq : la quantité d'humus stable obtenue à partir des apports organiques est fonction de leurs teneurs en matière séche et de leurs richesses en lignine et cellulose.

	MS (en %)	K_I
fumier (moyennement décomposé)	20	0,4 à 0,5
Pailles	85	0,I à 0,I5
Résidus de plantes annuelles	85	0,I5
Engrais vert	20	$\simeq$ 0

Tableau n°I6 : COEFFICIENT ISOHUMIQUE (K_I) EN FONCTION DE LA MATIERE ORGANIQUE DE DEPART (X, I974, 206)

Le coefficient de minéralisation (K_2) rend compte de la quantité d'humus détruite chaque année. En France, K_2 se situe entre I et 2 % ; cette perte annuelle (800 - I400 kg par hectare) entraîne la libération de 40-80 kg d'azote par hectare (X, I974, 206).

c) Bilan de l'humus

Les pertes ; elles peuvent varier du simple au double en fonction de :

- la structure du sol
- le pH du sol
- la profondeur des labours
- l'importance de la restitution organique.

Les gains sont dus à :

- le fumier de ferme (N 5 °/oo , P_2O_5 3°/oo - K_2O 6°/oo - traces d'autres éléments minéraux). Enfouissement à l'automne avant la tête de rotation. Mais restitution incomplète des éléments fertilisants prelevés lors de la récolte.
- le fumier artificiel (trop coûteux)
- le purin (N I,5°/oo - P_2O_5 0,25°/oo - K_2O 4°/oo) Insuffisant car pas d'apport carboné et déséquilibre en P_2O_5, il peut conduire à la dégradation de la flore lors d'un emploi immodéré.
- le lisier (N 3°/oo - P_2O_5 2°/oo - K_2O 6°/oo) rôle réduit.
- les résidus de récolte apportent en moyenne 400-700 kg d'humus par an et par hectare.
- les pailles apportent une part importante (I tonn de pailles donne I00-I50 kg d'humus). Mais rapport cellulose sur azote défavorable (80 à I00) par rapport à celui nécessaire à l'humidification ($\simeq$ I0).
- les engrais verts (action intense mais trop fugace)
- les prairies temporaires et naturelles (formation de 900 kg d'humus par hectare pour une prairie temporaire de 3 ans, I5 à 20 tonnes par hectare pour une prairie de 30 à 50 ans).
- les gadoues urbaines triées et compostées (attention au prix).

2 - Les amendements calcaire et magnésien

Ce sont des carbonates de chaux et (ou) de magnésie dont le rôle est la correction du pH de sols acides. (pH < 6).

a) rôle

L'emploi des amendements se justifie dans certaines circonstances :
- correction de la structure des sols argileux et pauvres en humus, et amélioration, en parallèle, de l'efficacité de la fumure phosphorique.
- activation des phénomènes de nitrification
- aide à des espèces exigentes au point de vue pH, comme la Luzerne (pH minimum de 5,5)
- compensation d'une carence éventuelle du sol en calcium (très rare) ou en magnésium.

En général, sous condition de fertilisation NPK suffisante, les prairies temporaires sont indifférentes au pH du sol (sauf pour la Luzerne).

b) utilisation

Les Ray Grass d'Italie et hybride, les Fétuques des près et même les Dactyles croissent aussi bien sur des défriches de bruyères très acides (pH jusqu'à 4,2 et 6,5 % de saturation en calcium dans les cas extrèmes) que dans des sols très calcaires (pH = 8,2) (M.KERGUELEN, I960,82). En effet, l'exigence de ces plantes quant au pH est moins importante que celle liée à la présence plus ou moins grande quantité d'humus, puisque dans des sols acides de mauvaise structure l'amendement calcaire s'impose.

Pour connaître les besoins en chaux, il est nécessaire de se fixer un niveau optimun de pH (M.KERGUELEN, I960,82).

pH = 4,9 - 5,5 pour des sols tourbeux ou très humifères

pH = 5,5 - 6,3 pour des sols normaux

pH = 6,2 - 7 pour des sols pauvres en matières organiques et de structure déficiente.

Rq : Un amendement pour être efficace doit être enfoui lors de la création de la prairie. En effet, l'apport superficiel est inopérant et même nocif lorsqu'ilest accompagné de façons superficielles (hersage) censées faire pénétrer la chaux.

c) Les produits

En règle générale, le meilleur produit est le moins coûteux. La dureté de celui-ci n'intervient pas s'il est broyé ou s'il ne se présente pas en blocs tros gros. En voici quelques uns :

- calcaire broyé
- Marne broyée
- Maërl brut
- Sables de mer calcaires (Trez)
- Dolomie broyée si le sol manque de Magnésium.

Rq : les plantes des prairies temporaires supportent certes bien l'acidité du sol en présence d'une fumure NPK correcte, mais les fourrages obtenus ont une tendance à la pauvreté en phosphore, parfois en magnésium et cuivre.

F - INFLUENCES DU SOL ET DE LA FERTILISATION SUR LA COMPOSITION DES FOURRAGES.

Il ne s'agit que de donner quelques indications utiles à l'éleveur et non de dresser un catalogue de divers facteurs influençant la qualité des fourrages.

I - La teneur en Calcium

La variation du taux de calcium est surtout interspécifique (les Légumineuses sont ainsi beaucoup plus riches en calcium que les Graminées). Mais pour une espèce donnée, le taux en calcium n'est que peu sensible à la teneur du sol en cet élément ou même au stade de végétation ; dans la pratique, les carences sont donc très rares et sans relation apparente avec le pH du sol.

Espèce (variétés)	Lieu (départ)	sol	Ca (% MS)	P (% MS)	K (% MS)
Ray Grass anglais (S.24)	Croixmare (76)	limons amendés et fertilisés soigneusement	0,31	0,41	3,17
Dactyle (S.37)	Croixmare(76)		0,31	0,55	3,16
Ray Grass d'Italie	Plouvorn(29)		0,36	0,64	4,10
Fléole (melle pâture)	Isneauville		0,31	0,I9	I,48
Glycérie maritime	Vases salées (76)	sols salés très riches en $CaCO_3$	0,43	0,20	I,31
Idem (Misote)	Vases salées (85)		0,46	0,21	I,22

TABLEAU N°17 : TENEURS EN CALCIUM, PHOSPHORE et POTASSIUM EN FONCTION DU SOL (J.COLEOU,I965,21)

Rq : J.COLEOU (in Minéraux, Vitamines , Antibiotiques dans l'alimentation de la vache laitière. Revue de l'élevage, n° spécial,I957, P.87-I06) dit que la teneur en calcium des Graminées tombe rarement en dessous de 3g/kg de matière sèche (o,3 %) ce qui est un minimum admissible.

Rq : de fortes fertilisations potassiques réduisent le taux de calcium.

2 - La teneur en phosphore

Elle varie nettement en fonction de la richesse initiale du sol en P_2O_5 et de la fertilisation (surtout pour des sols pauvres).

Les Légumineuses, à l'exception de la Luzerne, sont plus riches en phosphore que les Graminées (surtout au stade épiaison) ; ces dernières ont un taux maximal au début de printemps et à l'automne, taux qui diminue dès le début montaison (en liaison avec une diminution de l'activité rádiculaire en parallèle avec une augmentation de la production en matière sèche.)

Rq : le même phénomène existe pour le potassium et le cuivre.

Donc, la teneur en phosphore d'une Graminée Fourragère sera d'autant plus faible que :

- le sol aura été moins capable de fournir P_2O_5
- la quantité de phosphore accumulée par la plante avant et après la montaison sera plus réduite.
- la fertilisation azotée sera importante sans contre-partie d'une autre fumure (en sol pauvre en P_2O_5).

3- La teneur en manganèse

De fortes teneurs en manganèse correspondent souvent à des sols acides, car l'augmentation du Ph entraîne une diminution de l'assimilabilité de cet élément. En cas d'acidité extrême, un excès de manganèse induit une toxicité de celui-ci, à laquelle les Légumineuses sont très sensibles, les Graminées moins (le taux de manganèse peut atteindre I000,2000 mg / Kg MS)

Il existe, aussi, des carences en manganèse auxquelles les Graminées sont très sensibles ; cela peut induire des

phénomènes de carence chez les animaux.

4 - La teneur en cuivre

Elle est soumise à de très grosses variations.
- pour une Graminée, elle est maximale au début du premier cycle.
- pour une Légumineuse, sa richesse en cuivre est, généralement, plus grande.

5 - Analyses de fourrages et analyses de terres

Tableau n° I8 : ANALYSE DE FOURRAGES ET ANALYSES DE TERRES

(M.KERGUELEN, I960, 82)

1.	Ray Grass d'Italie	variété Rina	stade feuillu	à Brasparts (Finistère)
2.	Ray Grass hybride	variété IO	stade feuillu	à Brasparts (Finistère)
3.	Ray Grass d'Italie	variété Rina	premier cycle	Le Pin au Haras (Orne)
4.	Ray Grass d'Italie	variété Rina	premier cycle	Le Pin au Haras (Orne)
5.	Ray Grass d'Italie	variété Rina	début épiaison	Le Pin au Haras (Orne)
6.	Ray Grass d'Italie	variété Mayenne	3° Cycle feuillu	Isneauville (Seine Maritime)
7.	Prairie naturelle		stade feuillu	Loguivy Poulgras (Côtes du Nord) sur sol podzolique
8.	Foin de prairie naturelle très dégradée			Lande de Lessay (Manche)
9 et 10.	Foin de prairie naturelle très dégradée			Scrignac (Finistère)
11 -	Prairie temporaire (mélange)		Foin	Lande de Lessay (Manche)

cf.pages suivantes

F O U R R A G E S

TABLEAU N° 18

dates de récolte	21-9	28-8	9-3	10-3	20-5	16-10	Oct	Juin	JUin		Juin
N°	I	2	3	4	5	6	7	8	9	IO	II
COMPOSITION (% MS)											
matière azotée totale	17,3	23,3	25,0	23,9	13,7	20,7	15,9	7,6	7,3	7,3	8,5
cellulose brute	26,1	23,4	17,0	17,2	21,1	24,2	25,1	32,0	32,5	32,5	31,4
Calcium	0,70	0,57	0,84	0,73	0,65	1,10	0,73	0,58	0,60	0,37	0,82
Magnésium	0,I5	0,21	0,36	0,19	0,16	0,17	0,37	0,17	0,22	0,20	0,14
Potassium	2,66	3,20	3,39	3,28	2,40	1,78	0,57	1,80	0,67	1,26	1,08
SOdium	0,I8	0,45	0,27	0,18	0,21	0,75	0,24	0,09	0,32	0,25	0,59
Phosphore	0,39	0,30	0,52	0,34	0,18	0,33	0,46	0,20	0,13	0,15	0,17
OLIGO ELEMENTS (Mg/kg MS)											
Manganèse	150	86	57	117		25		165			65
Cuivre	7	I0	32	50		14		7			3

TERRES CORRESPONDANTES (suite TABLEAU N° I8)

	I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	11
tranche de sol (cm)	0-15	0-15	0-10	0-7	0-7	0-15	0-7	0-15			
Ph eau	5,3	4,2	6,8	5,2	5,3	7,5	5,1	5,1			
Ph KCl	4,4	3,9	6,3	4,5	4,8	6,8	4,4	4,4			
Azote %	0,45	0,41	0,44	0,38	0,38	0,23	0,92	0,21			
$CaCo_3$ %						0,6					
Eléménts assimilables (Barbier Morgan) (mg/kg)											
K_2O	188	72	49	85	40	19		19			
P_2O_5	5	8	60	12	5	7		8			
Eléménts échangeables (Mg/kg)											
CaO	1221	690	9380	2610	3010	4278	2002				
MgO	350	191		160	565	105	245				
K_2O	442	138	238	228	193		157				
Saturation en base %	50	25	97	68		86	21				
Saturation en Ca %	30	7	78	36	53	76	18				

III - LOIS GENERALES DE LA FERTILISATION

(I94)

Trois lois régissent la fertilisation pour lui permettre d'atteindre son objectif d'équilibre sol-culture.

A. LOI DE RESTITUTION

Il s'agit de l'aspect statique de la fertilisation dans le but de maintenir la qualité du sol, les exportations devant être compensées par des restitutions pour éviter l'épuisement du sol.

Cependant, cette loi est insuffisante puisque :

- de nombreux sols sont carencés naturellement en un ou plusieurs éléments minéraux (fumure de redressement préalable).

- par entraînement dans les eaux de drainage et la nappe souterraine, il existe des pertes en éléments fertilisants de l'ordre de :

  - P_2O_5 < I kg/ha/an (très faibles)
  - K_2O (faibles)
  - N, S, Mg O : plusieurs dizaines de kg/ha/an (fortes)
  - Ca O : plusieurs centaines de kg/ha/an (très fortes).

(X, I974, I94)

- D'autres pertes ont lieu par l'érosion et l'eau de ruissellement.

- les plantes ont des besoins intenses en éléments nutritifs au cours de certaines périodes de leur cycle

végétatif durant lesquelles les réserves mobilisables du sol sont insuffisantes.

- Azote au tallage et à la montaison en hiver.
- Acide phosphorique au démarrage des cultures de printemps.

La loi de restitution doit, donc, être affinée en fonction de la qualité du sol, des pertes diverses et des périodes de "pointe" du végétal.

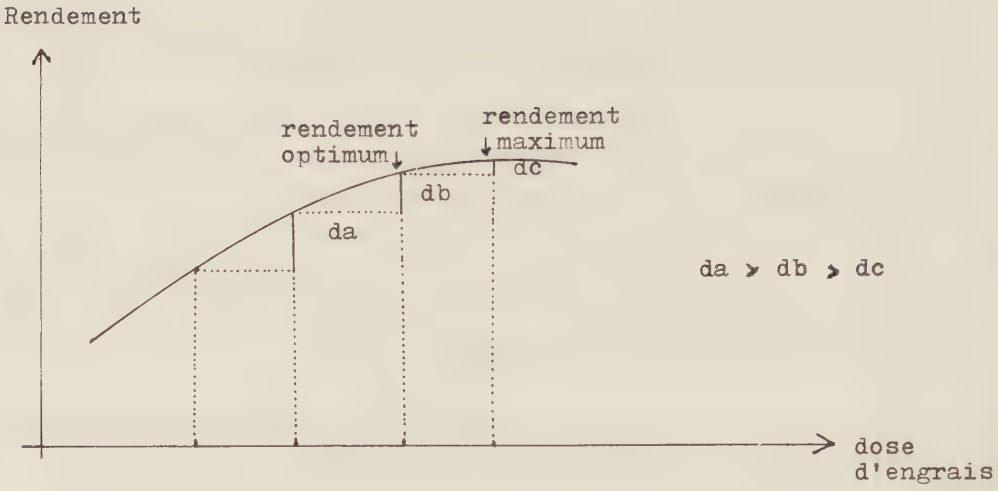
B. LOI DES ACCROISSEMENTS MOINS QUE PROPORTIONNELS (loi de Mitscherlich)

Les augmentations du rendement obtenues par des apports à doses croissantes d'un élément fertilisant, sont d'autant plus faibles que la quantité apportée est grande. Cette loi se traduit par une courbe dont le sommet représente le rendement maximum possible ; avant d'atteindre ce point, elle passe par le rendement optimum pour lequel le supplément de récolte ne fait que couvrir les dépenses engagées par l'apport supplémentaire d'engrais.

Rq : dans la notion de rendement optimum intervient la date et la qualité de la récolte puisqu'elles influencent le prix du produit brut.

voir page suivante fig. N°7

Fig.7 : LOI DE MITSCHERLICH (X, I974,I94)



I - Mode d'apport

En fonction du mode d'apport des éléments fertilisants, la courbe se modifie. Ainsi le fractionnement de l'apport azoté (tallage et montaison) donne de meilleurs résultats que l'apport en une seule fois (pour des doses égales).

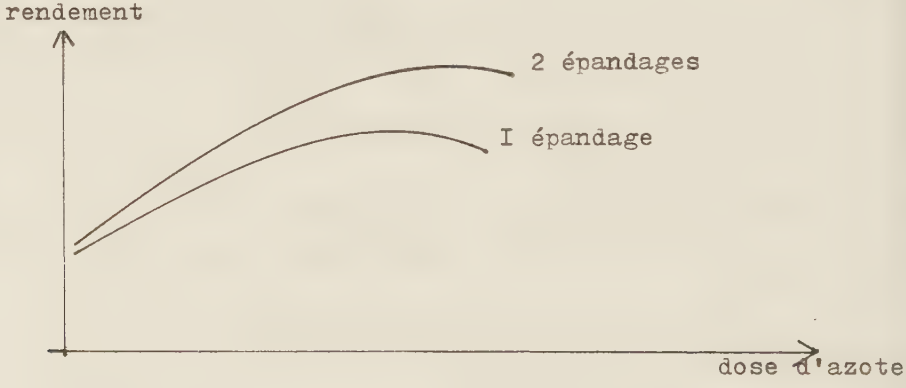


FIG. N° 8 : VARIATION DE LA LOI DE MITSCHERLICH en fonction du mode d'apport de l'engrais azoté (X, I974, I94)

De même, le fractionnement de l'apport phosphaté (automne et printemps) sur prairies se traduit généralement par un enrichissement en phosphore du fourrage.
Donc, à la notion "quantité d'éléments fertilisants apportée" s'ajoute celle "conduite de la fertilisation".

2 - Exception à la loi de Mitscherlich

Pour P_2O_5 et K_2O, la loi des accroissements moins que proportionnels ne s'applique que sur des sols pauvres en ces éléments. Pour des sols bien pourvus, il ne s'agit, en effet, pas d'augmenter le rendement par la fumure (très difficile du fait du coût) mais d'entretenir par elle la fertilité du sol au niveau qui est le sien. Sur la courbe suivante, on voit que les réserves constituées par les reliquats d'engrais accumulés peuvent exercer un effet supérieur à l'effet maximum obtenu avec des engrais récemment appliqués en l'absence de ces réserves.

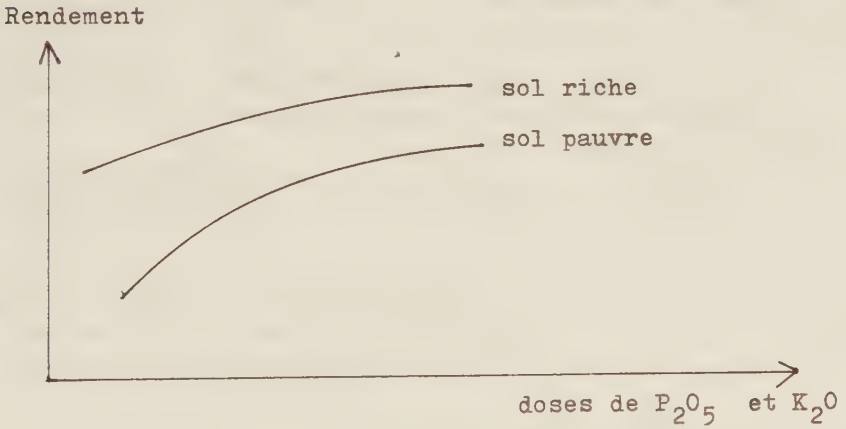


Fig. 9 : EXCEPTION A LA LOI DE MITSCHERLICH
(X, I974, I94)

C. LOI D'INTERACTION (variation moderne de la loi du minimum)

La loi du minimum est la suivante : l'importance du rendement d'une récolte est déterminée par l'élément qui se trouve en plus faible quantité dans le sol, par rapport aux besoins de la culture.

Son corollaire s'exprime ainsi : chaque facteur de production est d'autant plus efficace que les autres sont plus près de leur optimum.
Ceci a permis de montrer l'interaction des divers éléments fertilisants entre eux, et la nécessité d'atteindre un taux suffisant du sol en tous les éléments pour obtenir un rendement cultural optimum.

Actuellement, la loi d'interaction consacre l'interdépendance des éléments fertilisants en insistant sur le fait que chacun d'eux doit être traité comme partie d'un tout, au sien duquel il est lié par des effets réciproques.

- Il y a synergie lorsque l'effet exercé par plusieurs facteurs est supérieur à la somme des effets que donnerait chacun d'eux pris isolément.

Il y a antogonisme, dans le cas d'une interaction négative.

Rq : l'interaction peut porter aussi bien sur le rendement de la récolte que sur sa qualité.

Exemples de synergie :

- N(azote) et P_2O_5
- N et K_2O
- N et irrigation
- N et désherbage.

L'interaction peut s'exprimer autrement :

- Dans le sol, certaines formes d'éléments favorisent la mobilisation d'un autre élément (Sulfate et nitrate d'ammoniaque favorisent la mobilisation de P_2O_5 en sols alcalins).
- Dans la nutrition minérale du végétal, certains éléments favorisent le prélèvement par la plante d'autres éléments (NH_4 favorise le prélèvement de P_2O_5).

Exemple d'interaction (X, I974, I94)

Prenons deux niveaux de fumure azotée : 60 et I20 unité d'N/ha et deux niveaux de fumure phosphatée : 50 et I00 unité P_2O_5/ha permettant d'obtenir les rendements suivants de maïs grain (quintaux/ha)

P_2O_5/ha \ N/ha	60	I20
50	55 q	67 q
I00	58 q	75 q

Le témoin (60 N . 50 P_2O_5) donne : 55 q./ha
l'effet de I20 N (+ 60 N) donne : + I2 q./ha
l'effet de I00 P_2O_5 (+ 50 P_2O_5) seul donne : + 3 q./ha
l'effet conjoint I20 - I00 P_2O_5 donne : + 20 q./ha.
Donc il y a un gain supplémentaire de 5 Q/ha à mettre au compte de l'interaction N - P.

En conclusion, remarquons que des hauts niveaux de fertilisation induisent une diminution de la fréquence des synergies.

IV LA FERTILISATION AZOTEE

(82;I43;I74;I84;I85)

L'azote est un élément essentiel à plusieurs titres :

- il permet le passage de la matière minérale à la matière vivante.
- il se lie à d'autres éléments fondamentaux pour former les protéines.
- il est l'un des principaux constituants de la chlorophylle qui conditionne la photosynthèse.

A. ORIGINES DE L'AZOTE

I. Azote provenant de la minéralisation organique.

En général, on l'estime à 30 kg/ha/an par unité pour mille d'Azote de la matière organique pour la couche 0-25 cm du sol, ce qui correspond à une masse de 3000 tonnes de terre à l'hectare, pour un taux moyen de minéralisation de I % (M.KERGUELEN, I960,82).

En fait, la quantité d'azote fournie au sol varie selon :

- la richesse en azote organique
- les conditions de minéralisation (influencées par l'état de la matière organique)
- la vie microbienne
- l'humidité et la température
- l'aération (très important).

Le tassement du sol en prairie pâturée réduit, par diminution de l'aération, cette minéralisation et favorise l'accumulation de matière organique dans le sol.

2. Le transfert d'azote de la Légumineuse à la Graminée.

Les nodosités du système radiculaire des Légumineuses sont riches en bactéries capables de fixer l'azote de l'air. Ceci permet une autofourniture d'azote pour les Légumineuses, ainsi qu'un transfert d'azote de la Légumineuse vers les Graminées en cas de culture conjointe. Plusieurs conditions sont nécessaires à ce transfert:

- l'azote utile provient des nodosités décadentes (pour le Trèfle blanc les nodules se régènèrent toutes les 3 semaines environ, en période de croissance).

- les racines de Légumineuse et de Graminée doivent se situer dans un même plan. Ainsi :

. la Luzerne adulte ne libère que très peu d'azote au profit d'un Dactyle (nécessité d'une fumure azotée).

. Les Trèfles blanc et violet libèrent de l'azote au profit des Graminées (fumure azotée inutile ou réduite).

- les nodules doivent être repris par la minéralisation.

T.W WALKER (in Nitrogen and herbage production, proceeding of 7e International Grassland Congress of New Zeeland I956 , P.I57-I67) a montré que les exportations d'azote par les parties aériennes des Graminées répondent à l'équation :

$$Ng = a\,Ns + b\,Nl + c\,Ne$$

Avec : Ng : azote de la Graminée

Ns : azote du sol - a Ns : azote fourni par le sol - a : coefficient en relation avec la minéralisation.

Nl : azote de la Légumineuse - b Nl : azote fourni par la Légumineuse.

Ne : azote de la fumure minérale - c Ne : azote fourni par la fumure minérale.

WALKER (idem) donne alors, pour une association Ray Grass anglais - Trèfle blanc dans les conditions de l'expérience :

$$Ng : 36 + 0,65\ NP + 0,69\ Ne$$

Ceci montre que :

- les 2 tiers de l'azote de la fertilisation sont dans les parties aériennes des Graminées ; le reste se trouverait dans les racines et les collets si bien que les Graminées sont exceptionnellement efficientes pour récupérer l'azote minéral (jusqu'à 400 kg/ha)

- Il y a un transfert d'azote de la Légumineuse vers la Graminée de l'ordre des 2 tiers du rendement apparent en azote de la Légumineuse. (cette participation diminue avec le niveau de fertilisation azotée et les facteurs d'exploitation et de fumure qui réduisent la proportion de la Légumineuse dans le gazon).

En définitive, ce transfert est de l'ordre de 40-I00 unités d'azote dans les conditions de la pratique (M.KERGUELEN, I960,82).

3. L'azote de la fumure

Les Légumineuses sont donc capables de "synthétiser" de l'azote et il est inutile de leur en apporter sous forme minérale ; malheureusement, il n'en est pas de même pour les Graminées qui nécessitent un apport minéral important. Pour les prairies temporaires associant une Légumineuse et une Graminée, il faut :

- apporter des doses d'azote minéral en fonction de la physiologie de la Graminée.
- veiller à maintenir la Légumineuse dans le gazon dans des proportions suffisantes (I/3 environ).

B. LE FRACTIONNEMENT DE LA FUMURE AZOTEE

Le fractionnement de la fumure azotée s'inspire du rythme physiologique d'activité des racines et ce pour chaque espèce, chaque variété et chaque mode d'exploitation, auxquels correspondent des rythmes différents d'exportation d'azote.

I - Rythme de la plante

Diverses étapes critiques existent dans la vie physiologique de la plante.

a) phase de tallage

L'activité est maximale de fin aout à octobre pour le Ray Grass anglais (sous conditions pluviométriques favorables), et se maintient jusqu'à fin décembre pour les autres espèces (sous climat assez maritime).

b) initiation des ébauches d'épis

Un apport azoté à ce stade est susceptible de ralentir la régression des talles les plus jeunes, sous l'effet inhibiteur des talles plus vieux. Cet apport hivernal se justifie surtout pour les espèces herbagères dont les racines conservent une certaine activité (Dactyle, Fléole, Fétuques).

c) phase de début montaison

L'activité des racines est maximale (printemps).
Ces trois phases correspondent au premier cycle de végétation (cycle de reproduction) ; d'une bonne alimentation de la plante et de son exploitation rationnelle à ce cycle dépendent les niveaux de production aux cycles suivants et, donc, la production totale.

d) deuxième cycle

LE Dactyle garde ses racines actives jusqu'après l'épiaison, ce qui justifie un apport azoté pour la repousse d'été.
Les autres espèces ne seront bien enracinées en juin ou juillet, que si elles ont été exploitées au début de la montaison en premier cycle. Sinon, une période de repos apparaît, variable avec la sécheresse, en relation avec un nouveau cycle de tallage (espèces à racines annuelles).

2 - Rythme d'exportation de l'azote

L'activité des racines se traduit par des rythmes d'exportation d'azote variables avec l'espèce, la variété et le mode d'utilisation de la prairie.

a) selon l'espèce

Le Ray Grass anglais, a en début de végétation de faibles réserves azotées (20-25 kg/ha). Il profitera bien d'apports tardifs (mars ou même avril) d'azote.

Le Dactyle, la Fléole, les Fétuques ont, en début de végétation, des réserves en azote beaucoup plus importantes (environ 60 kg/ha). La plante a donc besoin d'azote (apports importants) en fin d'automne ou durant l'hiver.
De plus, les racines restent souvent actives pendant la période froide, justifiant un apport très précoce (décembre, janvier).

Le Ray Grass d'Italie a un comportement intermédiaire.

(voir tableau page suivante)

Ray Grass anglais S 24 I955		Dactyle danois I955		Ray Grass d'Italie Rina I955	
dates	N	dates	N	dates	N
23.4	24	26.4	63	23.3	45
28.4	31	29.4	78	II.4	53
3.5	58	II.5	9I	22.4	64
4.6	I05	I.6	70	4.5	50

TABLEAU N°19 : EXPORTATIONS D'AZOTE EN KILOGRAMMES PAR HECTARE (J.REBISHUNG et P.JACQUARD, 82)

b) selon le mode d'exploitation

En régime de pâture, les déjections animales restituent de l'azote, et des apports importants en été et en automne seront valorisés.

DATES	Régime pâture		DATES	Régime fauche	
	M S (T/ha)	N (kg/ha)		M S (T/ha)	N (Kg/ha)
28.5	6,85	I42	1.7	II,35	I03
8.7	2,60	72	28.8	3,05	94
28.8	3,05	67	I8.11	0,09	2
16.10	1,44	36			
TOTAL	I3,94	317	TOTAL	I4,49	I99

TABLEAU N° 20 : RYTHMES COMPARES D'EXPORTATION D'AZOTE SELON LE MODE D'EXPLOITATION (Ray Grass anglais, Trianon,) (J.REBISHUNG, P.JACQUARD, I958, 82)
(MS : matière sèche)

c) selon le climat et le sol

En climat continental, les apports prévus en hiver sont avancés à l'automne ou retardés en début de printemps.

En climat maritime, à hiver très pluvieux, un apport azoté important en décembre ou janvier (60-70 unités) sera avantageusement fractionné en deux épandages à I5 jours d'intervalle (surtout pour l'azote nitrique)

En sols sableux ou filtrants, le même fractionnement est recommandé.

3 - Exemples

Etudions pour diverses espèces ce que doit être la séquence des apports azotés pour une exploitation en fauche au stade pleine épiaison, et en première pâture (ou coupe au début de la montaison - épi à 6-I0 cm du plateau de tallage).

. Ray Grass anglais :

- forte dose au printemps, correspondant à la période de forte activité des racines dans le mois qui suit (apport en mars)

- apport d'été seulement en régime pâture, en fin d'été pour la repousse de septembre-octobre (phase de tallage).

. Dactyle :

- deux apports, en fin d'automne et en hiver, le premier après le dernier pâturage de la saison précédente (novembre ou décembre), le second après le stade d'initiation des ébauches d'épis.

- un apport complémentaire de printemps en régime fauche.

- des apports estivaux sous climats pluvieux (ou en années humides).

. Fétuques et Fléole

- fertilisation de type Dactyle de l'automne

jusqu'au printemps.

- pour les Fétuques (surtout la Fétuque élevée) apports estivaux surtout pour une exploitation au début de la montaison en premier cycle.

- pour la Fléole, les apports en été sont inéffi-caces puisqu'elle est au repos durant cette période.

C. DOSES ANNUELLES

Il s'agit de déterminer la dose totale d'azote qu'il est possible de fournir à la plante sans dépasser le seuil de rentabilité.

Pour un Ray Grass anglais ou une Fléole, avec une participation active du Trèfle blanc dans le rendement final, I50 à 250 unités d'azote/ha/an constituent une dose correcte.

Les Dactyles, Ray Grass d'Italie et Fétuques (surtout la Fétuque élevée) supportent aisément des doses annuelles de 250 à 300 unités/ha/an.

Enfin, des doses de 300 à 500 unités d'N/ha/an peuvent être atteintes sous des conditions climatiques très maritimes, mais elles sont, hélas, exceptionnelles dans la pratique.

Néanmoins, il faut retenir que, bien plus que la dose totale annuelle, importent le fractionnement de l'apport azoté en fonction des possibilités d'assimilation et de métabolisation de l'azote par la plante et, aussi, une exploitation raisonnée de la prairie temporaire.

D. LES FORMES D'AZOTES

Le choix de la forme d'azote utilisée répond à des considérations techniques et économiques.

I - Considérations techniques

a) l'azote nitrique

Nitrates de chaux et de soude sont recommandés dans les cas suivants :

- action précise et rapide : apport à des stades précis de végétation
- en périodes froides ou sèches
- en sols acides ou, du moins, pour des sols dont on suppose une nitrification réduite (vieux herbages, sols lourds, ...)

b) l'azote ammoniacal

Sulfate d'ammoniaque et urée s'utilisent dans les cas suivants :

- en période de nitrification active
- pour fournir à la plante des réserves durant une période assez longue.
- pour des sols qui nitrifient bien. En sols acides, le sulfate d'ammoniaque est proscrit à moins d'un amendement calcaire conjoint (utiliser alors le Nitrate d'ammoniaque).

Rq : le sulfate d'ammoniaque est parfois supérieur au nitrate ; si le sol ne manque pas de soufre , le superphosphate est supérieur aux scories par exemple, et l'apport de sulfate de chaux a un effet positif.

2 - Considérations économiques

La forme nitrique est une des plus coûteuses ; l'épandange de nitrate d'ammoniaque constitue souvent un bon compromis entre les deux formes.
Cependant, le coût doit moins compter que l'efficacité surtout s'il s'agit d'obtenir une action très précise ou l'obtention d'Unités Fourragères hors saison (tard vers l'hiver, ou très tôt au printemps).

V - LA FERTILISATION PHOSPHATEE

(82;I74;I86)

L'anion phosphorique est souvent retenu énergiquement par le pouvoir absorbant du sol, la fraction assimilable ne représentant,alors, qu'une petite fraction des réserves.

A. ROLES DU PHOSPHORE

I - Chez la plante

Le phosphore favorise :

- la croissance : action conjugée à celle de l'azote, les besoins de la plante en azote et en phosphore évoluant parallèlement (même maximum au même moment).
- le développement des racines et l'accroissement de la masse des radicelles ; ceci induit une bonne alimentation de la plante ainsi qu'une vitesse de croissance plus importante.
- la rigidité des tissus ; il sont alors plus résistants à la verse et aux maladies cryptogamiques.
- la fécondation et la fructification
- la qualité des produits végétaux ; augmentation du taux de phosphore dans les fourrages.

2 - Chez les animaux

- Elément de base du squelette ; l'os frais renferme plus de 50 % de phosphate tricalcique et est le réservoir de l'organisme en phosphore. Une carence induit des accidents graves tels que rachitisme, ostéomalacie...
- Participation à la régulation de l'équilibre biologique interne : une carence peut conduire à des troubles tels que l'infécondité, l'hématurie de parturition, ... et à une moindre résistance de l'animal à certaines maladies (entérite paratuberculeuse par exemple).

B. ROLE DE LA FERTILISATION PHOSPHATEE

La plante prélève le phosphore dont elle a besoin à partir de la réserve en P_2O_5 assimilable du sol et, à un degré moindre, de la fumure phosphatée récemment appliquée. Le rendement de la culture varie avec l'une et l'autre.

I - En sols riches

Lorsque la réserve du sol en P_2O_5 assimilable atteint un certain seuil (variable selon le type de sol de 0,I2 à 0,30‰),elle permet, seule, d'atteindre le rendement maximum. La fumure phosphatée, avec un coefficient d'utilisation de 5 à I0 %, doit alors compenser les exportations et les pertes de P_2O_5 (évolution en sols très acides ou très calcaires vers des formes difficilement assimilables) ; il s'agit alors d'une fumure d'entretien ou de restitution.

2 - En sols pauvres

La réserve du sol en P_2O_5 assimilable, inférieur au seuil défini précédemment, est insuffisante ; la fumure phosphatée,avec un coefficient d'utilisation de 20 à 30 %, doit :

- couvrir les besoins de la culture en place
- enrichir progressivement le sol.

Il s'agit d'une fumure de redressement.

C. DOSES D'ENGRAIS PHOSPHATE

La fumure de restitution : 70 - I00 unités de P_2O_5/ha/an en fonction de la culture et des rendements envisagés.

La fumure de redressement: 30 à 50 % de plus

avec un maximum de 200 - 250 unités de P_2O_5/ha/an en sols très pauvres.

Rq : la fumure phosphatée de couverture agit sur la pousse qui suit immédiatement.
La présence d'acides humiques, l'addition de fumier, une bonne activité microbienne accroissent d'autant l'efficacité de la fumure phosphatée.

D. MODE D'APPORT DE LA FUMURE PHOSPHATEE

I - Fumure de restitution

La fumure phosphatée n'étant pas destinée à une utilisation directe par la plante, il s'agit d'une fumure de fond enfouie à l'automne ou pendant l'hiver avec, éventuellement une petite quantité d'azote. N'étant pas destinée à une utilisation immédiate, l'acide phosphorique est choisi sous le forme la mieux adaptée au pH du sol, forme insoluble dans l'eau : phosphates naturels, scories, hyperphosphates sous forme d'engrais phosphaté simple, d'engrais binaire P.K ou d'engrais ternaire N.P.K pauvre en azote.

En complément de cette fumure de fond, une fumure de couverture (fraction de la dose de P_2O_5 annuelle, associée à l'azote) en fin d'hiver (janvier ou février) permet une action rapide sur l'implantation ou le démarrage de la culture (effet starter), action d'autant plus importante qu'elle intervient en climats froids, sur des sols mouillés ressuyant mal. L'engrais est apporté le plus souvent superficiellement et obligatoirement sous forme soluble dans l'eau (superphosphates ou phosphate d'ammoniaque) à la dose de 30-50 Unités P_2O_5/ha.

Ce fractionnement favorise l'enrichissement de l'herbe en phosphore et donc limite les phénomènes de carences animales.

Rq : si la fumure de fond n'a pu être enfouie au début de l'hiver, elle sera épandue associée à l'azote dans un engrais ternaire NPK, en fin d'hiver ou début de printemps.

2 - Fumure de redressement

Le principe de la fumure de fond enfouie en fin d'automne reste valable, mais le fractionnement de la fumure phosphatée se justifie encore plus puisque sa participation directe à l'alimentation végétale est importante. L'apport phosphaté (dose annuelle) se fait alors en deux fois.

- A l'automne, la moitié ou les 2 tiers
- Le complément en fin d'hiver, début de printemps sous forme très soluble dans l'eau pour répondre à la demande brutale de la végétation à un moment où les réserves limitées du sol ne peuvent la satisfaire.

Engrais simples, binaires NP ou ternaires peuvent être utilisés pour cette deuxième fraction quoique les formes associées permettent une interaction des éléments.

Rq : si la fraction de fond n'a pu être enfouie à temps, la totalité de la fumure sera apportée sous forme d'engrais ternaire NPK en fin d'hiver, début de printemps.

IV LA FERTILISATION POTASSIQUE

(82;I74;I87)

Le potassium (K) participe directement à la formation et à la croissance de la cellule ; chez l'animal, il contribue au bon fonctionnement du coeur, des muscles, du cerveau, des glandes endocrines et des nerfs, une carence entraînant des troubles graves et évoluant rapidement vers la mort.

A. ROLES DU POTASSIUM CHEZ LA PLANTE

Très mobile dans la plante, le potassium permet :

- l'Activation de la photosynthèse, ce qui favorise en particulier la formation des glucides (sucres, amidon) et leur accumulation sous forme de réserves.
- Participation à la synthèse des protéines : les rôles de l'azote et du potassium sont étroitement complémentaires et procédent d'un phénomène de synergie.
- Réduction de la transpiration : donc, diminution des besoins en eau (augmentation de la résistance à la sécheresse, meilleure efficacité de l'irrigation).
- Meilleure résistance au froid et aux maladies.
- Accroissement du système radiculaire et accroissement de la rigidité des tissus, en collaboration avec l'acide phosphorique.

B. DOSES DE LA FUMURE POTASSIQUE

Pour calculer cette dose, il faut tenir compte de différents paramètres :

- les exportations en potasse.
- le lessivage du sol en hiver : pertes de l'ordre de : 0 - I0 kg de K_2O/ha pour les terres argileuses
  I0-20 kg de K_2O/ha pour les limons
  20- 30 kg de K_2O/ha pour les terres sablonneuses et filtrantes.
- le prélèvement par l'exploitation de la prairie; son importance varie avec la densité du bétail et le niveau de rendement de la prairie.
- les pertes imputables aux déjection animales ; purin, urines, fécès non récupérés (zéro pâturage).
- les restitutions par la fumure organique (fumier, purin, lisier, déchets de récoltes...).
- Mais surtout la teneur du sol en potasse échangeable ; si la terre est suffisamment pourvue

(0,25 °/oo ou plus pour les sols limoneux), une fumure de restitution destinée à compenser les exportations est suffisante ; en sols plus pauvres, une fumure de redressement est nécessaire.

Les besoins en fumure potassique calculés d'après les exportations et corrigés selon la pâture du sol et sa richesse en K_2O assimilable varient entre I00 - I50 Unités de K/ha/an pour des surfaces intensives pâturées et I50-250 Unités de K/ha/an pour des prairies temporaires fauchées et ne recevant ni fumier, ni purin.

	Exploitation sans bétail n'exportant ni paille ni fourrage	Exploitation avec bétail bien équipée pour le stockage des déjections.	Exploitation avec bétail mal équipée pour le stockage des déjections.
fumure d'entretien	60-80 kg/ha/an	80 - I00 kg/ha/an	I00 - I20 kg/ha/an
fumure de redressement	80 - I20 kg/ha/an	I00 - I50 kg/ha/an	I20 - I80 kg/ha/an

tableau n° 2I : QUANTITES MOYENNES DE K_2O/ha/an A UTILISER EN CULTURE INTENSIVE

(X, I974, I87)

C. PRATIQUE DE LA FUMURE POTASSIQUE

Les engrais potassiques sont le plus souvent apportés à l'automne ou en hiver (entre octobre et février) sous forme d'engrais binaires P.K ou d'engrais ternaire NPK. Les risques de pertes sont très limités sauf pour les terres légères, puisque la potasse est fixée par le complexe absorbant du sol.

Cependant, pour une meilleure efficacité, il est conseillé de fractionner l'apport en potassium, sur les prairies temporaires exploitées intensivement :

- les 2/3 de la dose annuelle (80-200 unités de K/ha/an) en automne-hiver, en fumure de fond.
- le reste (40-50 unités de K/ha/an) après l'épiaison de la Graminée, en mai-juin,pour couvrir les besoins jusqu'à l'automne suivant.

VII - LES OLIGO - ELEMENTS

(I79;82)

A. MAGNESIUM, SOUFRE, SODIUM

Ces trois éléments sont l'objet d'exportations en quantité non négligeable.

I - Magnésium

- Pour les sols carencés en magnésium, il est nécessaire d'utiliser des amendements magnésiens (I-2 tonnes par hectare) sous la forme la moins coûteuse (Dolomie broyée).
- En terrains calcaires, il est possible d'employer le nitrate de chaux et de magnésie à 8 % de MgO.
- En cas d'urgence, il peut être nécessaire de faire des pulvérisations de sulfate de Magnésie à I ou 2 %, ou d'oxyde

de magnésie estimé moins agressif.

2 - Le sodium

Il n'est pas nécessaire à la plante, mais est indispensable à l'animal. L'utilisation de sylvinite ou mieux de Nitrate de soude permet de compenser une déficience éventuelle du sol.

Rq : certaines espèces (Fétuque des près, Fléole, Luzerne, Trèfle violet) absorbent très peu de sodium et en sont, donc, souvent carencées : d'autres s'en enrichissent facilement (Trèfle blanc, Dactyle, Ray Grass d'Italie et anglais, Fétuque élevée).

3 - Soufre

Assez peu étudié, il est important pour les Légumineuses (besoins de l'ordre de 40 kg de S/ha/an) et est un facteur limitant au rendement pour certains sols lessivés (le lessivage 20 - 40 kg de S/ha/an s'ajoutant aux prélèvement dus aux récoltes, la perte annuelle du sol est de 40 -I00 kg/ha/an).

B. OLIGO-ELEMENTS VRAIS

I - Le manganèse

Indispensable au développement normal des plantes (lié au fer dans son action pour la synthèse de la chlorophylle), le manganèse s'exporte en petite quantité (400-500 ha/an) et les sols en sont généralement bien pourvus. Les carences sont le plus souvent dues à une insolubilisation du manganèse provoquée par l'alcalinité du sol (apports importants d'amendements calcaires ou en présence de fortes quantités de matières organique).
En cas d'insuffisance grave du sol, il est recommandé de pulvériser du sulfate ou de l'oxyde de manganèse à 0,I -0,5

2. Le cuivre

C'est un activateur d'enzymes qui entre également dans le métabolisme des protéines et la synthèse de la chlorophylle. Les prélèvements par les plantes ne dépassent pas 60 g de Cu/ha/an. Le plus souvent les carences en cuivre résultent d'une pauvreté du sol (terrains sableux acides, sols de défriche, terres tourbeuses) et sont assez fréquentes ; le traitement consiste en un épandage de sulfate de cuivre (20.I00 kg/ha/an) ou à une pulvérisation sur les feuilles de sulfate ou d'oxyde de cuivre.

Rq : le Trèfle violet est très sensible au manque de cuivre.
Un apport excessif de fumures et d'amendements augmentent les risques d'insuffisance en cuivre du sol (surtout s'il est déjà pauvres)
Un excès de cuivre en terre légère et acide à faible pouvoir absorbant, peut être toxique.

3. Le Molybdène

Il joue un rôle dans la fixation de l'azote de l'air par les nodosités radiculaires des Légumineuses et dans la transformation des nitrates par la plante. Les végétaux en prélèvent en moyenne I0 g/ha/an.
Les carences apparaissent, en général, dans des sols acides pour des plantes sensibles comme la Luzerne ; il suffit, alors, de pulvériser du molybdate d'ammonium (à 5g/I00litres) pour pallier cette insuffisance.
Des excés provoquent des accidents toxiques et sont combattus par un apport de cuivre (antagoniste du molybdène).

4. Le cobalt

Il n'est indispensable qu'à l'animal (rôle dans la synthèse de la vitamine B_{I2}) et, en cas de carence, est donné directement à celui-ci.

5 - le BOre

Rarement en quantité insuffisante chez les espèce fourragères classiques (sauf la Luzerne).

6 - Le chlore

Les apports de chlore par les eaux de pluie (20 kg/ha/an en moyenne en France) et par les engrais suffisent à couvrir les besoins de la prairie, quoique cet élément ne soit pas fixé par l'argile du sol.

En conclusion, notons que la nécessité d'un apport en oligo-éléments doit être démontré expérimentalement (analyses de sol, de plantes, ...) et qu'un apport systématique est inutile et peut même être dangereux (excès en cuivre ou en molybdène par exemple).

VIII LA FERTILITE

(85;86;I34;I43;I8I)

La fertilité se définit comme l'aptitude d'un sol à fournir des récoltes plus ou moins abondantes entre les mains de l'agriculteur. Or l'abondance d'une récolte procède de facteurs de production :

- facteurs naturels imposés par le milieu (certains améliorables)
- facteurs techniques modifiables par l'action de l'homme.

voir fig. I0 page suivante.

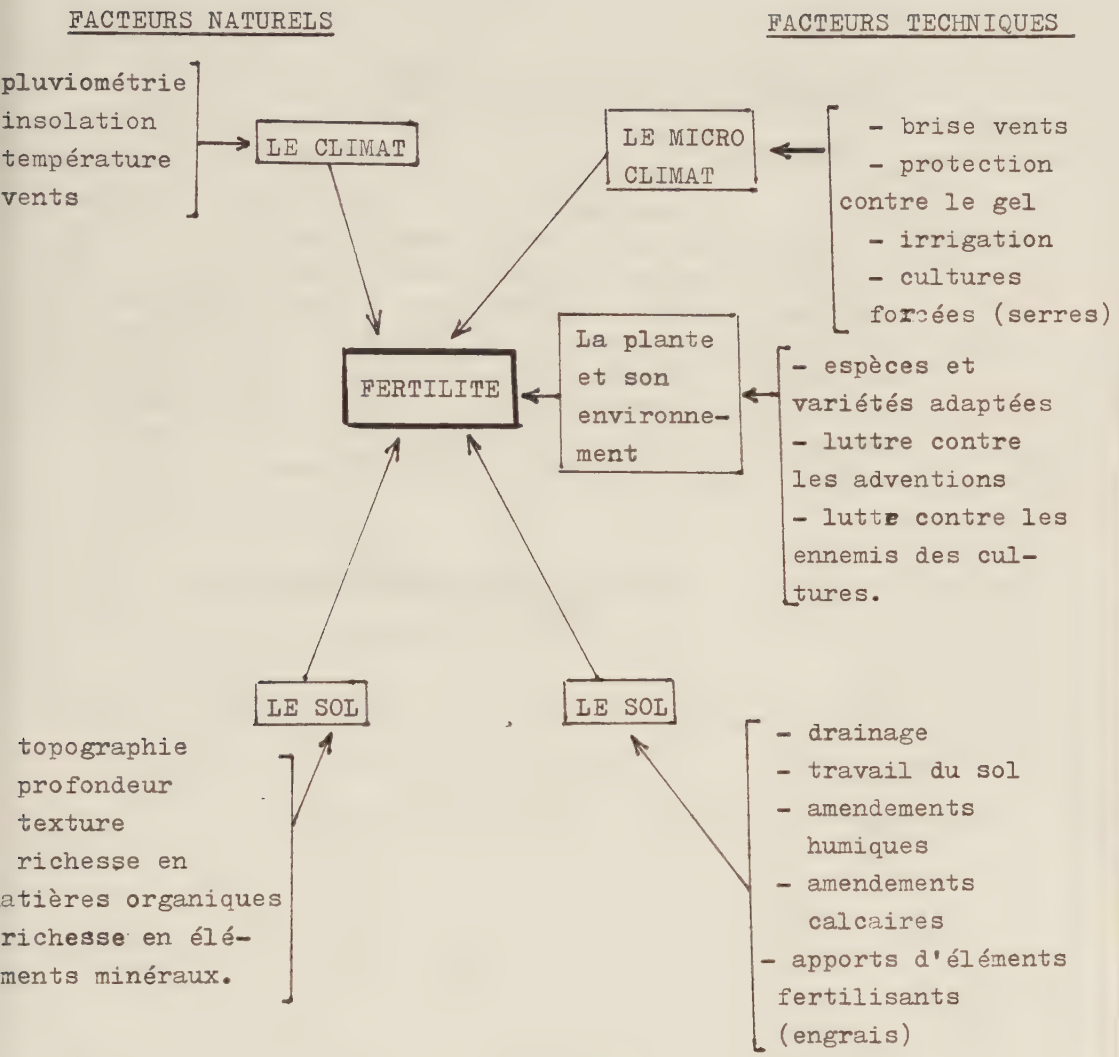


FIG. IO : LES FACTEURS DE LA FERTILITE
(X, I974, I9I)

IX ETUDE ECONOMIQUE DE LA FERTILISATION

(I00;I35; I66)

La fertilisation, de nos jours encore ne rencontre pas le succès qui devrait être le sien, surtout en zone de montagnes ; en effet, en plus des problèmes de financement qu'elle induit pour l'éleveur, la fertilisation risque de provoquer, du fait de l'étroite imbrication des différents stades de production, des tensions inattendues à un autre niveau de l'exploitation agricole. Le réseau Perth rend très bien compte de cette trame économique, tout en mettant en évidence les étapes par lesquelles il faut passer pour atteindre un objectif donné.

Fig.II : LE RESEAU PERTH, étapes de la production
(Cl.QUARTIER,NP,I35)

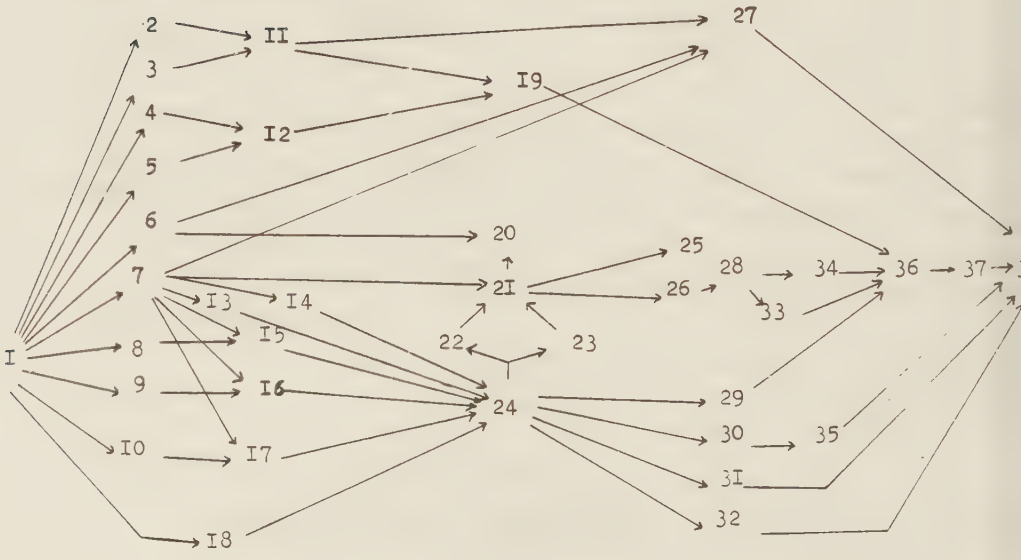


Figure n°11

	DEFINITION DES ETAPES	LES DIFFERENTS FACTEURS						
		FUMURE	PRAIRIE	STOC-KAGE	BERGERIE	CONSTRUC TIONS	TROUPEAU	ECONOMIE
1	Fonds obtenus							X
2	Places contruites (animaux)					X		
3	Fosses à purin construites					X		
4	Brebis achetées						x	
5	Agnelles achetées						X	
6	Silos construits					X		
7	Machines achetées					X		
8	N acheté	X						
9	P acheté	X						
10	K épandu	X						
11	Construction terminée					X		
12	Nombre d'UGB Modifié						X	
13	Fumier épandu	X						
14	Lisier épandu	X						
15	N épandu	X						
16	P épandu	X						

suite figure n°II

I7	K épandu	X						
I8	Graines achetées		X					
I9	Construction occupée					X		
20	Herbe ensilée (1ère coupe)			X				
21	Herbe fauchée (1ère coupe)		X					
22	Maturité foin		X					
23	Maturité ensilage		X					
24	Herbage transformé		X					
25	Foin terminé		X					
26	Maturité regain		X					
27	Charges structures modifiées							X
28	Herbe fauchée (2è coupe)		X					
29	Herbe pâturée (1è coupe)		X					
30	Surface fourragère diminuée		X					
31	Herbe non exploitée (1ère coupe)		X					
32	Herbe vendue (Ière coupe)		X					
33	Herbe pâturée (2ème coupe)		X					
34	Regain terminée		X					
35	$N_o$uvelle cultureen place		X					
36	Fourrages consomés				X			
37	Vente produits				X			
38	Revenu agricole modifié							X

Ce réseau met en évidence la complexité du problème fourrager, mais il a l'avantage de montrer que les influences directes sur le revenu agricole sont peu nombreuses. Dans le cadre de l'intensification fourragère, toutes les opérations liées à la fertilisation influencent le revenu agricole.

Tableau n°22 : OPERATIONS LIEES A LA FUMURE INFLUENCANT LE REVENU AGRICOLE
(Cl. QUARTIER, NP, I35)

	Etapes antécédentes	Etapes subséquentes
Niveau de fumure	8 9 I0	I5 I6 I7
Coût de l'épandage	7 7 7	I5 I6 I7
Influence de la fumure sur le volume de la récolte :	I5 I6 I7	24 24 24
La variation de volume a deux conséquences :		
- diminution de la surface fourragère	24 24 24	30 3I 32
- augmentation du cheptel	2 3 4 5	II II I2 I2
Ceci posé, il faut déterminer l'influence des transformations sur le revenu agricole :		
- investissement et charges de structure		

(suite du tableau n°26)

- capital machines et charges de structure	7	27
- investissement constructions et charges de structure	II	27
Exploitation des surfaces libérées		
- prairies non exploitées et revenu agricole	3I	38
- vente d'herbe et revenu agricole	32	38
- culture de remplacement et revenu agricole	35	38

Une fois déterminée l'action des opérations I à I0 (cf tab. 26) sur le revenu agricole, une décision quant à la valeur de ces opération, peut être prise. De plus, la fertilisation permet d'aboutir à deux cas :

- le cheptel reste constant et la surface fourragère diminue
- la surface fourragère reste constante et le cheptel augmente.

A - Premier cas : l'exploitation des surfaces libérées et le revenu agricole.

I - Hypothèses

- le cheptel reste constant
- le niveau de fumure augmente et provoque une diminution de la surface fourragère par Unité gros Bétail (UGB)

2 - Question

Faut-il intensifier la fumure ?

3 - Solution

La réponse n'est affirmative que si la marge brute de la surface libérée compense au minimum l'investissement consenti pour augmenter le rendement de la prairie.

Eléménts	Nombre d'unités épandues à l'hectare (kg/ha)		Coût de l'unité fertilisante (Francs/unité)
	avant intensification(I)	après intensification (2)	
Azote	N_I	N_2	k
Phosphore	P_I	P_2	l
Potasse	K_I	K_2	m
surface	ces fumures permettent d'affourager I UGB avec		
	X_I ares	X_2 ares	

tableau n° 23 : DEFINITION DES ELEMENTS DE CALCUL
(Cl. QUARTIER, NP, I35)

Coût de la fumure(I)par UGB : $F_I = X_I(k\ N_I + l\ P_I + m\ K_I)$

Coût de la fumure (2) par UGB : $F_2 = X_2(K\ N_2 + lP_2 + m\ K_2)$

Si $F_I \leqslant F_2$, il faut que la marge brute $(X_I - X_2)$ soit supérieure ou à la rigueur égale à $(F_2 - F_I)$ pour que le revenu agricole après intensification soit supérieur ou égal au revenu

agricole avant l'intensification de la fumure, ce qui est le cas le plus souvent.

B. Deuxième cas : modification des charges de structure et revenu agricole.

I - Hypothèses

- le cheptel évolue suite à une intensification fourragère
- la production par tête demeure inchangée

2 - Question

Est-il intéressant d'intensifier la fumure pour augmenter le cheptel ?

3 - solution

Eléments	situation avant intensification	situation après intensification
coût de la fumure	F_I	F_2
surface / UGB	X_I	X_2
Marge brute par UGB	Z_I	Z_2
Nombre d'UGB	UGB_I	UGB_2

Tableau n° 24 : DEFINITION DES ELEMENTS DE CALCUL
(Cl QUARTIER, NP, I35)

Si $Z_2 \cdot UGB_2 > Z_I \cdot UGB_I$, l'opération est intéressante et

- disponibilité (D) pour un nouvel investissement : $D = Z_2 \cdot UGB_2 - Z_I \cdot UGB_I$

- niveau (Nd) possible de ce nouvel investissement :

$$Nd = \frac{D \times 100}{\text{annuité}}$$

Cependant,le nouvel investissement du à l'intensification fourragère nécessite pour être finance une marge brute Z_3de la surface fourragère :

$$Z_3 = \frac{Z_I UGB_I + \text{charges financières du nouvel investissement}}{UGB_2}$$

4. Conclusion

Si $Z_2 \geqslant Z_3$, l'intensification fourragère est intéressante ; par contre, si $Z_2 < Z_3$, il faut prévoir des mesures parallèles à l'intensification de manière à augmenter Z_2, la marge brute de la surface fourragère.

X - CONCLUSION

L'intensification fourragère passe par la notion de prairie temporaire, qui repose sur une technique appropriée permettant de passer d'un système extensif de type cueillette à un système intensif.

Cependant,une prairie temporaire ne peut exister sans une connaissance et une compréhension de ces deux concepts :

- la fertilisation du sol
- le choix variétal (issu de la sélection fourragère).

-0-0-0-0-0-0-

TROISIEME PARTIE

VALEUR DE L'HERBE
ET
ALIMENTATION DES OVINS

-o-o-o-o-

VALEUR ALIMENTAIRE DE L'HERBE

La valeur alimentaire d'une plante concerne la valeur intrésèque du kilogramme de matière séche ; à cette notion doit donc s'ajouter celle de potentiel de production qui intéresse la quantité de matière séche (MS) produite à l'hectare et la répartition de cette production dans le temps.

I - POTENTIEL DE PRODUCTION (67;99;26)

A. REPARTITION DANS LE TEMPS (M.GILLET ET P.JACQUARD, I969, 67)

Le potentiel de production d'une plante n'est pas une notion uniforme dans le temps, mais résulte d'une sucession de potentiels saisonniers dépendant des rythmes de croissance et de développement de l'espèce.

I - Rythme physiologique de croissance saisonnière.

Les différences saisonnières de croissance sont dues principalement aux variations du tallage, dont l'influence surle rendement est malheureusement imprévisible.

L'aspect mesurable de ce rythme saisonnier est la présence en proportions variables de tiges.

Rq : une tige est un organe à croissance beaucoup plus rapide et beaucoup plus forte qu'une telle feuille.

La pousse de l'herbe, en année normale, se fait en deux phases, l'une reproductrice et l'autre végétative, et l'exploitation durant la première phase conditionne la proportion tige-feuille durant la seconde phase.

- un déprimage (coupe avant le stade épis à I0 cm) ne supprime pas les épis (trop près de la terre), et les tiges poursuivront leur croissance.
- POur une coupe beaucoup plus tardive (épiaison ou floraison par exemple), tous les épis sont coupés et la repousse n'est que feuillue.

Rq : ce raisonnement est valable pour toutes les Graminées ne remontant pas à épis après la pousse de printemps (cas de la plupart des Graminées pérennes), ce qui n'est pas le cas des Ray Grass d'Italie qui remontent toute l'année, quelle que soit la pousse.

- une coupe au stade épis à I0 cm élimine la plupart des épis ; la repousse alors essentiellement feuillue, comportera quelques épis qui seront supprimés lors d'une coupe ultérieure. Les repousses suivantes seront donc uniquement feuillues.

(voir page suivante , fig n° I2)

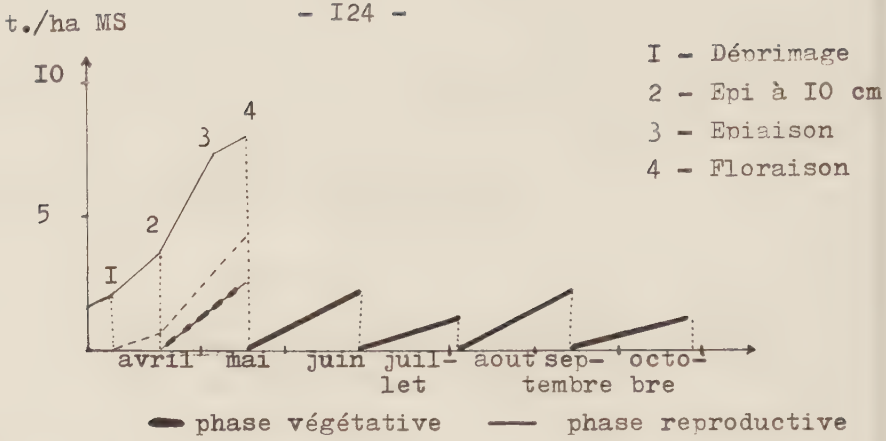


Fig n°I 2 : CROISSANCE d'UNE FETUQUE ELEVEE EN ANNEE NORMALE (M.GILLET et P.JACQUART, I969, 67)

2. Vitesses potentielles de croissance

Les mêmes tendances se retrouvent quelque soit l'espèce :

- croissance plus rapide en tiges qu'en feuilles (sauf, parfois,à la fin).
- pour les feuilles, premier maximum en fin de printemps deuxième maximum(plus faible) aux environs d'aout.

3. Rendements potentiels saisonniers

L'année agricole est divisée en deux, le printemps et le reste de la saison de végétation, la limite entre eux étant la date à laquelle la floraison se produit si l'herbe n'est pas coupée. Cette limite varie avec le climat et l'espèce entre le I5 mai et le I5 juin.

Rq : un rendement potentiel maximum au printemps induit un rendement décevant le reste de l'année et vice versa.

Rq : la corrélation vitesse de croissance, rendement n'est pas exacte puisque les différences entre le printemps et le reste de la saison, de végétation sont moins fortes pour le

rendement que pour la vitesse de croissance.

4. Importance de la date de première coupe

Les premières exploitations (coupe ou pâture) les plus tardives (à floraison) donnent le meilleur rendement au printemps, mais aussi tout le long de la saison de végétation.

Ex : Dactyle variété Floréal en I966 à Dijon (M. GILLET ET P. JACQUARD, I969, 67)
- I4,9 t/ha pour un système d'exploitation comportant une première coupe à la floraison
- I0 t/ha pour un système d'exploitation commençant par un déprimage suivi d'une coupe avant l'épiaison.

Cependant si le rendement est meilleur, un tel type d'exploitation pose le problème de la qualité du fourrage, qui diminue avec l'âge de l'herbe ; cette diminution commence :

- à l'épiaison pour la digestibilité
- dès le début du printemps pour la richesse en matières azotées.

C'est pourquoi, il est recommandé une coupe au stade épi à I0 cm ou un déprimage.

La production d'une herbe varie donc quantitativement, mais aussi qualitativement, au cours de l'exercice annuel, ce qui met en valeur deux notions :

- conservation de fourrages pour la mise en réserve.
- culture de plusieurs espèces dont les répartitions saisonnières diffèrent (sur des prairies différentes).

B. POTENTIEL DE PRODUCTION D'APRES LES REFERENCES EXPERIMENTALES (P.MANSAT, I969, 99)

Les résultats expérimentaux, obtenus sur des

essais à petite échelle, dans des conditions homogènes, peuvent être transposés au niveau agricole si des corrélations ont pu être mises en évidence (P.JACQUARD, I969, in 99). Au pire, ils permettent de définir les potentialités de chaque espèce, dont l'expression est contrôlée par divers facteurs : lumière, azote, eau, système d'exploitation

I. Rendement et effet de lieu

Un lieu est la résultante de la lumière disponible, des températures, pluies, vents, du sol et du mode d'exploitation. Chaque espèce a une adaptation préférentielle à tel ou tel contexte.

ex : Trèfle violet, variété Alpilles, I968 (P.MANSAT, I969, 99)

lieu :	Dijon	Versailles	Rennes	LePin (orne)	Montp
rendement (t.deMS/ha) :	II,8	II,0	I5,2	I4,9	II,

2. Rendement et effet des années

Il est possible, pour un lieu donné, de caractériser et de classer les années en fonction des températures et du bilan hydrique.

ex : Lusignan (Poitou) (station INRA) (P.MANSAT, I969, 99)

- au printemps, le facteur limitant est la température : on distingue alors les printemps fro normaux (N) et chauds (C)
- en été, c'est l'eau qui est l'élément important ; les étés sont classés en secs (S), normaux (N) et humides (H)
- les variations selon les années sont importantes.

- Dactyle, variété Floréal

année millésime	FN (I962)	NH (I965)(I968)	NN (I963)	NS (I967)(I964)
rendement (t.deMS/ha)	I2,2	I5,5 I5,8	I5,9	I0,2 7,4

- Luzerne, variété Du Puits

année millésime	NH (I968)	NN (I963)	NS (I964)
rendement (T.de MS/ha	I9,0	I4,0	I2,0

3. Rendement et effets de l'exploitation

a) pour une plante qui ne repousse pas

Le rendement dépend de la durée de la végétation, soit :
- pour une date de semis donnée, de la date de coupe
- pour une coupe à une date donnée, de la date du semis.

b) Pour une plante qui repousse

- La date et le stade de première coupe ont une action sur le rendement
- La fréquence des coupes agit sur la production de l'année mais aussi sur celle des années suivantes.
- La date du semis intervient aussi :
  . l'année même pour une plante annuelle
  . d'une année sur l'autre pour une plante pérenne.

Ex : un semis de printemps donne I à 2 tonnes/ha de plus qu'un semis d'automne dans l'année qui suit pour une Fétuque des près ou un Dactyle. Ce n'est pas vrai pour un Ray Grass d'Italie. (P.MANSAT, I969, 99).

4. Rendement et nutrition azotée

Les Graminées surtout ont un rendement sensible au niveau de fertilisation azotée.

Ex : Fétuque élevée, variété Ludion, Lusignan I968 (P.MANSAT, I969, 99)

DOSE (Kgde N/ha)	0	I80	360	540
RENDEMENT (T.de MS/ ha)	6,I	I0,6	I4,8	I8,3

5. Rendement et alimentation en eau : irrigation

L'irrigation, contrôlant l'alimentation hydrique de la plante a un effet sur le rendement (M. ROBELIN, I969,in 99)

Ex : Dactyle, Dijon, I963 (P.MANSAT, I969,99)

	rendement
-précipitation naturelle.....	9,02
- apport complémentaire de 272 cm par fractions lorsque ETP-P=I0mm...	I4,79
- apport complémentaire de 256 cm par fractions au début de chaque pousse.....	I3,64

Ainsi, en fonction de nombreux facteurs, le rendement de la prairie varie dans des proportions non négligeables, dont il est nécessaire de tenir compte : malheureusement, un rendement important ne vas pas forcément de paire avec une qualité intéressante. La différence entre ces deux concepts devant être bien comprise :

- rendement : tonnage produit (quantité de MS/ha)
- qualité : composition du produit (valeur intrinsèque du Kg de MS)

II - CARACTERISTIQUES DES DIFFERENTES ESPECES

(73 bis, I23, I55, I7I, I92, I99, 202)

A - LES GRAMINEES

Les Graminées se caractérisent par leur richesse en matières énergétiques, la plus riche en énergie d'entre elles étant le Ray Grass anglais.

I - RAY GRASS D'ITALIE (et RAY GRASS HYBRIDE)

Le Ray Grass d'Italie est une espèce à fort rendement, dont l'implantation est facile et rapide, mais dont la pérennité est faible : 6 mois à 2 ans selon les variétés.

Semé en automne, il produit très tôt au printemps suivant, ce qui permet une mise en pâturage des animaux un mois plus tôt que sur une prairie permanente ; par contre, ainsi semé, le Ray Grass d'Italie ne repousse pas ou peu en été (sauf en cas de pluies abondantes), et n'autorise une nouvelle exploitation qu'à l'automne suivant.

Semé au printemps, sa production estivale atteint un bon niveau si la sécheresse n'est pas excessive.

En régions à hivers doux, il continue à pousser en cette saison.

Au point de vue agronomique, il présente la particularité de monter à épis toute l'année, quelque soit la pousse.

Le Ray Grass hybride présente des caractéristiques très proches. Cependant, un peu moins précoce, sa pérennité est plus grande : 2 - 3 ans en général, et même plus en conditions très favorables.

2 - DACTYLE

Le Dactyle est une plante commune et vigoureuse, très productive et possédant de remarquables qualités d'adaptation.

Son implantation réussit dans la plupart des régions puisqu'il résiste au froid et à la sécheresse, et qu'il n'a pas d'exigence quant au sol. Par contre, il craint les excès d'eau accompagnés de froid, ainsi que les inondations

Même en conditions difficiles, il produit durant de nombreuses années : 6 à 8 ans.

Sa précocité est variable selon les variétés ; en conditions moyennes, le pâturage peut débuter entre le 5 avril pour les plus précoces, et le 25 avril pour les plus tardives.

La montée à épis est très rapide à la première pousse de printemps, la souplesse d'exploitation est donc très faible à cette pousse. Certaines variétés récentes atténuent ce caractère du Dactyle.

Une exploitation au stade épi à IO cm empêche toute remontée à épis ; c'est pourquoi, son mode d'exploitation lors de la première pousse est un pâturage rapide, suivi d'une fauche au stade épiaison. Les repousses sont alors uniquement feuillues ; de plus, elles sont très rapides.

Le Dactyle continue de pousser en été.

3 - FETUQUE ELEVEE

La Fétuque élevée est la Graminée la plus productive qui soit cultivée sous nos climats.

C'est la plante des conditions extrèmes

Très bonne résistance au froid et aux fortes chaleurs.

Très bonne résistance à l'excès d'eau et à la sécheresse.

Elle s'accomode parfaitement d'un sol acide ou salin, et supporte très bien le piétinement.

Si sa durée d'implantation est un peu longue, sa pérennité est grande : 8 à I0 ans.

La précocité varie selon les variétés, la mise en pâture allant du 25 mars au 5 avril. Les variétés les plus précoces autorisent une mise à l'herbe tôt au printemps, mais avec un manque de souplesse, puisque ces variétés montent très vite à épis.

En été, la Fétuque élevée continue à pousser, ce qui permet un pâturage à un moment critique.

Les repousses sont rapides, surtout pour une fertilisation azotée correcte ; le rythme de passage des animaux est donc rapide également (I mois maximum).

4 - FETUQUE DES PRES

La Fétuque des près est de moins en moins exploitée du fait d'une faible productivité. Pourtant, contrairement à la Fétuque élevée, elle est très appétente.

Elle résiste bien à la submersion et au froid, mais est très sensible à la sécheresse et à la chaleur ; elle n'est donc productive que dans des régions fraiches et humides, bien arrosées en été.

Les différences intervariétales de précocité sont faibles. La souplesse d'exploitation au printemps est

moyenne. En conditions moyennes, la mise à l'herbe intervient aux environs du 5 avril.

Sa pérennité est moyenne, pouvant atteindre 5 ans en conditions très favorables, mais ne dépassant jamais 3 ans ailleurs.

Sa production se répartit essentiellement au printemps et à l'automne ; en été, la Fétuque des près ne pousse que si elle est correctement arrosée (la production peut alors être supérieure à celle du Ray Grass anglais).

5 - FLEOLE DES PRES

La Fléole des près est très résistante à l'humidité (et même à la submersion) et au froid (elle pousse à des températures voisines de 0° C). Elle est, également, très tolérante vis à vis des sols acides (jusqu'à pH = 3,8).

Sa souplesse d'exploitation au printemps est très bonne : délai de 3 mois entre le démarrage de l'herbe et la montée à épis. Le fait d'épier en juin la destine plus particulièrement au fanage.

En été, sauf au cas de pluies, la Fléole des près ne pousse pas, du fait de sa sensibilité au chaud et surtout à la sécheresse.

6 - RAY GRASS ANGLAIS

Le Ray Grass anglais est la plante des climats océaniques, frais et humides.

D'implantation très facile, sa pérennité est de 3 à 6 ans.

Sa sensibilité extrême à la sécheresse et à la chaleur l'empêche de pousser dès que la température dépasse 30° C, même s'il est irrigué.

Les pousses de Ray Grass anglais sont très épaisses à la base, ce qui rend la fauche malaisée. Son régime d'exploitation est donc le pâturage auquel il résiste particulièrement bien.

Très apprécié des animaux, il est consommé même après l'épiaison.

Sa précocité est telle que, selon les variétés, la pâture peut débuter entre le 5 et le 25 avril. Sa souplesse d'exploitation au printemps est bonne (2 à 5 semaines), ce qui autorise le pâturage.

7 - BROMES

D'apparition récente (thème d'attraction d'un stand au salon agricole de Paris en I979), les Bromes semblent être la solution aux problèmes des éleveurs : d'implantation facile, très appétents, poussant tôt au printemps et produisant bien en été, leurs pérennités sont d'au moins 3 ou 4 ans.

La pérénnité exacte est difficile à estimer faute de données ; il est néanmoins reconnu qu'elle est d'un minimum de trois ans en plus de l'année d'installation. Ceci permet aux Bromes de concurrencer le Ray Grass d'Italie dont le principal défaut est sa très courte durée de vie.

Ils sont particulièrement appétents (au moins autant que le Ray Grass d'Italie) ; ils seraient même consommés à l'épiaison du fait de la proportion élevée de feuilles encore à ce stade.

Le démarrage au printemps intervient tôt :

- Brome cathartique : bien avant le Ray Grass d'Italie.
- Brome sitchensis : une semaine environ après le Ray Grass d'Italie
- Brome carinatus : deux semaines environ après le Ray Grass d'Italie.

La production printannière est bonne en général, très bonne pour les Bromes cathartiques.

En effet, du fait d'une bonne résistance à la sécheresse et surtout aux fortes chaleurs, la production est bonne.

ex : Dans la Sarthe (J.P GUYONNET,I979,73 bis)
Production estivale : Brome cathartique, Bellegarde ; 7,74 tonnes MS/ha .
Ray Grass d'Italie, Tiara : 5,67 tonnes MS/ha.

La pousse d'automne est bonne également (supérieure à celle du Ray Grass d'Italie).

Donc bonne répartition de la production alliée à une bonne souplesse d'exploitation au printemps puisque :
- le Brome cathartique qui démarre très tôt, arrive à montaison entre le 20 avril et début mai
- le Brome sitchensis qui démarre un peu plus tard, monte vers le I0 - I5 mai
- le Brome carinatus, plus tardif, arrive à montaison fin mai.

Par contre, les Bromes sont sensibles aux excès d'eau et leur implantation ne peut réussir que dans un sol léger et sain.

Ils sont exigents en engrais azotés et potassiques Selon des essais réalisés à Lusignan (station INRA), le rendement annuel peut doubler en passant d'une dose de 45 kg d'azote/ha après chaque exploitation à 90 kg d'azote/ha (J.P GUYONNET, I979,73 bis).

Les besoins annuels sont de l'ordre de
- 300 - 400 kg d'azote/ha/an
- 500 kg de potasse/ha/an.

B. LES LEGUMINEUSES

Les Légumineuses se sont développées à partir de la fin du XVIIIe siècle en France. Leurs principaux intérêts sont les suivants :

- Amélioration de la structure du sol
- Amélioration de la teneur en matières organiques du sol.
- apport d'azote.
- Meilleur état sanitaire des cultures (la prairie artificielle entrant dans un système de rotation des cultures, limite les risques de parasitisme).

I - LUZERNE

La Luzerne est la plante qui fournit le plus de protéines à l'hectare, et ce d'une manière très économique puisque, non seulement, elle ne nécessite pas de fumure azotée, mais encore elle enrichit le sol en azote.

Le démarrage au printemps est assez lent, et la production maximale intervient en fin de printemps et en été. Elle ne craint pas la sécheresse.

Ex : en sol profond, la production annuelle de la Luzerne peut atteindre I5 tonnes de MS/ha, dont la moitié en été.

Elle est sensible aux sols lourds et humides, et craint l'acidité. En sol moyennement acide (jusqu'à pH=6) un chaulage de la terre et l'inoculation de la semence avec une culture de bactéries (disponible dans le commerce) sont nécessaires à un enracinement normal. Le sol idéal à la Luzerne est donc un sol neutre ou alcalin, sain et profond.

Il existe deux types de Luzernes :

. Les Luzernes de type méditerranéen (dérivés de Medicago sativa) ont un enracinement de type pivotant, qui leur confère une bonne résistance à la sécheresse.

. Les Luzernes de type nordique (dérivés de Medicago variegata, croisement entre Medicago sativa et Medicago falcata) sont très sensibles au froid. En effet, alors que Medicago sativa peut végéter en jours courts, Medicago variegata se met en dormance pendant l'hiver.

La pérennité de la Luzerne est de 4 - 5 ans, à condition de la laisser fleurir au moins une fois par an de manière à permettre l'accumulation de réserves dans les racines.

2 - TREFLE VIOLET ou TREFLE DES PRES

Le Trèfle violet est une plante des sols fertiles et bien préparés, dont les racines peu profondes nécessitent une certaine humidité (surtout en mai, juin). Les sols acides lui conviennent parfaitement.

Son implantation est très facile et très rapide. Néanmoins, dans les régions à hivers rigoureux, le semis interviendra avant le I5 septembre (semis d'automne).

Il est sensible à la sécheresse (enracinement

superficiel), et sa valeur alimentaire (teneurs en matières sèches et en protéines) ne sera bonne que pour une humidité suffisante.

Il est assez tardif; la floraison intervient entre le 20 mai - I juin pour les variétés les plus précoces et le IO - 20 Juin pour les plus tardives.

La répartition annuelle du rendement varie avec la précocité. Ainsi, pour un semis de printemps :

- l'année du semis : les variétés précoces produisent plus que les variétés tardives.
- l'année suivante : les variétés tardives produisent plus que les variétés précoces, mais ces dernières autorisent une exploitation supplémentaire dans l'année.

Le Trèfle violet est donc très productif, et sa pérennité est de 2-3 ans. Cependant, du fait de sa sensibilité au sclerotinia, il ne dure, trop souvent, que deux ans.

Il est souvent associé au Ray Grass d'Italie avec lequel il s'équilibre.

3 - TREFLE BLANC ou TREFLE RAMPANT

Le Trèfle blanc est une plante rustique qui s'adapte à toutes les conditions de sol (acides et même salés) et de climat. Il craint la sécheresse du fait d'un système radiculaire superficiel, mais sa croissance, ralentie dans ces circonstances, reprend dès que les conditions redeviennent favorables.

Il a besoin de beaucoup de lumière ce qui pose un problème de compétition lorsqu'il est associé à une Graminée. Par contre, en association avec une Graminée trop tardive, ou si le rythme d'exploitation est trop rapide, le

Trèfle blanc se développe très bien et finit par envahir la prairie.
Une association avec une Graminée productive permet néanmoins une meilleure couverture du sol, un appoint de fourrage les premières années et une économie en engrais azotés, même si le Trèfle blanc doit disparaître par la suite.

D'implantation assez lente, il a une pérennité de 3 à 4 ans et, dans l'ensemble est une espèce demi-précoce. La gamme de précocité selon les variétés est assez étendue, puisque le stade floraison est atteint entre le I4 et le 24 mai pour les plus précoces, et le 30 mai et le 9 juin pour les plus tardives.

Sa valeur nutritive est bonne, puisque, à un taux élevé en protéines et calcium s'ajoutent une bonne digestibilité, qui ne diminue que lentement avec l'âge, et une appétence élevée.

4 - AUTRES LEGUMINEUSES HERBAGERES

a) Lotier

Rarement cultivé seul, le Lotier est une plante vivace et rustique, adaptée à toutes les conditions de sol et de climat. Son système radiculaire pivotant lui donne une bonne résistance à la sécheresse et permet de l'utiliser dans les régions séches où le Trèfle blanc ne peut être cultivé.

D'implantation très lente (I à 2 ans), le Lotier a une pérennité très grande : I5 ans.

De valeur alimentaire très bonne (voisine du Trèfle violet), le Lotier pêche par son rendement insuffisant

b) Sainfoin

Le Sainfoin pousse très bien en terrains calcaires et résiste bien au froid, à la chaleur et à la sécheresse. Par contre, il est sensible à l'humidité stagnante.

Sa pérennité est de I à 2 ans, pouvant atteindre 3 ans en sol sain, sous un bon ensoleillement et pour une exploitation convenable (2 coupes par an).

D'implantation assez facile, le Sainfoin allie une bonne valeur alimentaire à une absence de météorisation des animaux au pâturage.

C. CONCLUSION

Tableau n°25 : CARACTERISTIQUES DES PLANTES HERBAGERES (d'après X, GNIS, I976,I88)

cf pages suivantes.

	TRES BONNE	BONNE	MOYENNE	FAIBLE	TRES FAIBLE
Pérennité (années)	Fetuque élevée : IO Dactyle : 8	Ray Grass anglais : 3 à 5 Luzerne : 3 à 5 Fétuque des près : 3 à 5 Fléole des près : 3 à 5 Bromes : plus de 3		Ray Grass d'Italie : 0,5 à2 Trèfle violet : 0,5 à 2	
Implantation (vitesse et facilités)	.Ray Grass anglais .Fétuque des près . Ray grass d'Italie . Bromes	. Fétuque élevée . Dactyle		. Luzerne . Fléole	. Trèfle violet
Souplesse d'exploitation au printemps (Graminées)	.Ray Grass d'Italie . Fléole des près . Bromes	. Ray Grass anglais	. Fétuque des près Dactyle . Fétuque élevée		
Adaptation au froid	Fléole des près	Toutes les espèces sauf : . Fléole des près . Ray Grass d'ITalie . Brome cathartique		.Ray Grass d'Italie	.Brome cathartique
Adaptation à la chaleur et à la sécheresse (production en été)	. Luzerne	.Trèfle violet .Bromes	.Ray Grass d'Italie (I) .Dactyle (2) .Fétuque élevée (2)	.Dactyle (I) . Fétuque élevée(I) .Ray Grass anglais(I) .Fétuque des près (I)	.Fetuque des près (2) .Fléole des près (2) .Ray Grass anglais (2) .Ray Grass d'Italie(2)

Adaptaptation à l'excès d'eau	Fétuque des près	.Fétuque élevée. .Fléole des près	.Ray Grass anglais . Ray Grass d'Italie	.Luzerne .Dactyle .Trèfle violet	Bromes
Adaptation aux sols acides	TOutes les Graminées	Trèfle violet			Luzerne
Adaptation à un semis de printemps	. Ray Grass d'Italie . Luzerne . Trèfle violet . Bromes		. Ray Grass anglais . Fétuque des près . Fétuque élevée . Dactyle		. Fléole des près
Adaptation à un semis de fin d'été	. Ray Grass d'Italie .Ray Grass anglais . Fléole des près . Bromes		.Trèfle violet .Fétuque élevée . Dactyle .Fétuque des près.		Luzerne

(1) : prairies semées au printemps
(2) : prairies semées le ou les années précédentes
(NB) : le Ray Grass hybride a les mêmes caractéristiques que le Ray Grass d'Italie

	Hiver froid	Eté chaud	Sol asphyxiant	Pérennité
Bromes		x		> 4 ans
Dactyle (région chaude)		x		4-6 ans
Fétuque élevée (pour tout milieu)	x		x	5-I0 ans
Fétuque des près (supporte la submersion)	x		x	3 ans et plus
Fléole des près (région froide)	x		x	3-5 ans
Ray Grass anglais (région douce et humide)	x			3-5 ans
Ray Grass hybride				2-3 ans
Ray Grass d'Italie (implantation facile)				I8 mois
Luzerne (sol neutre, sain, profond)	x	x		2-3 ans
Trèfle violet (supporte l'acidité et l'humidité)	x		x	I-2 ans

Tableau n°26 : MILIEUX FAVORABLES AUX PRINCIPALES ESPECES HERBAGERES (d'après X, I979, I89)

III - VARIETES (73 bis, I37, I88, I89,204,2II)

La sélection fourragère a conduit à la création de variétés qui font l'objet d'un catalogue réactualisé chaque année (X, GNIS, I976, I88 - X, I979,I89, - X, I98I 2II).

Ce catalogue donne, pour chaque espèce :

- le nom de la variété
- l'obtenteur
- l'année d'inscription au catalogue français
- la précocité d'épiaison (Graminée) ou de floraison (Légumineuse)
- l'alternativité pour certaines espèces (Ray Grass d'Italie et Ray Grass hybride).

Une variété alternative n'a pas besoin de subir le froid de l'hiver pour monter à épis l'année suivante, une variété non alternative si (vernalisation).

- le niveau de ploïdie pour certaines espèces (ex : Ray Grass d'Italie, Trèfle violet). Une variété tétraploïde a des feuilles plus longues et plus riches en eau, des tiges plus grosses et moins nombreuses qu'une variété diploïde. Elle est donc mieux adaptée au pâturage, mais plus difficile à sécher ou ensiler.
- le démarrage de la végétation en fin d'hiver
- la souplesse d'exploitation
- le rendement l'année d'implantation et les années d'exploitation.
- la répartition du rendement entre le printemps, l'été et l'automne.
- la résistance au froid, aux maladies.
- la pérennité
- ainsi que d'autres données spécifiques à telle ou telle espèce.

A titre d'exemple, le tableau n°27 donne les différentes variétés de Bromes.

TABLEAU N° 27: BROMES - VARIETES (d'après X,1981,2II et JP GUYONNET,1979,73 bis)

Espèce	variété	année d'inscription	alternativité	remontaison	pérennité assurée	précocité d'épiaison	souplesse exploitation au printemps
WILDENOWII (cathartique)	Delta	1960	très forte	très forte	3-4 ans	fin avril début mai	très bonne
	Bellegarde	1975	très forte	très forte	3-4 ans	début mai (à vérifier)	très bonne
SITCHENSIS	Lubro	1968	forte	forte aux 2 premières coupes puis faible à nulle.	3-4 ans	mi mai	bonne
CARINATUS	Luval	1976	nulle	nulle	2-4 ans	fin mai	bonne
	Deborah	non inscrite	nulle	nulle	2-4 ans	fin mai (à vérifier)	bonne

Suite tableau n° 27

ESPECE	Variétés	Rendement		répartition du rendement		résistance au froid	Particularités
		année d'implantation	année d'exploitation	printemps	été - automne		
WILDENOWII (cathartique)	Delta	très bon	très bon	très bon	bon	moyenne à faible	bien adapté aux régions à hivers doux
	Bellegarde	très bon	très bon	très bon	bon	moyenne à faible	bien adapté aux régions à hivers doux
SITCHENSIS	Lubro	très bon	très bon	très bon	bon	très bonne	très feuillu
CARINATUS	Luval	bon	assez bon	assez bon	bon	bonne	-Plantules anthocianées - très feuillue
	Deborah	assez bon	assez bon	assez bon	bon	bonne	-

IV-UTILISATION DES DIFFERENTES ESPECES

(6,36,73 bis,I23,I24,I53,I55,I58,I92,I99,202)

A - GRAMINEES

I - RAY GRASS D'ITALIE (et RAY GRASS HYBRIDE)

Le Ray Grass d'Italie est très bien adapté au pâturage et à la fabrication d'ensilage, avec, néanmoins, quelques variations selon la variété et l'époque du semis. Il produit un fourrage riche en énergie, très appétent, mais relativement pauvre en protéines.

Son exploitation doit intervenir avant le stade épiaison, puisque la perte en matières azotées digestibles (MAD) notamment,est énorme à partir de ce stade.

stade	MAD (g/kg de MS)	valeur énergétique (UF/kg de MS)
feuillu	I40	0,90
épis à I0 cm	I25	0,88
Epiaison	50	0,70
Floraison	35	0,60

TABLEAU N° 28 : RAY GRASS D'ITALIE - stade végétatif et composition alimentaire (B.PARAGON,I979,NP, I23)

Il est cultivé soit en culture pure, soit en

association avec le Trèfle violet. Pur il est semé à la dose de : variété diploïde : I5 - 20 kg/ha
variété tétraploïde : 30 - 35 kg/ha

En association avec le Trèfle violet, la dose de semis est divisée de moitié (X, GNIS, I969, I92).

Malgré une teneur en matière sèche assez faible, il est très utilisé par les éleveurs à cause de sa facilité d'implantation et de la rapidité d'apparition de sa première pousse.

Il permet d'obtenir un fourrage de qualité au moment souhaité. En effet, un semis d'automne donne une production tôt au printemps, alors qu'un semis de printemps donne une production estivale (si le climat n'est pas trop sec).

2 - DACTYLE

Puisque le Dactyle épie vite au printemps, la première pousse est utilisée pour la constitution de réserves sous forme d'ensilage (insensibilité aux intempéries).

Les repousses, uniquement feuillues et riches en matières azotées, sont utilisées en pâture d'été (surtout les variétés récentes comme Lutetia et Lucifer).

Il est très souvent associé à une Légumineuse (Luzerne, Lotier ou Trèfle blanc).

La dose de semis est la suivante (X,GNIS,I969, I92) :

- en association avec le Lotier ou le Trèfle blanc..... I5-20 Kg/ha
- en association avec la Luzerne..... 8-I0 Kg/ha
- en culture pure..... I5-20 Kg/ha

Le Dactyle est intéressant pour l'éleveur, en régions difficiles et du fait de sa production estivale. De plus, son rythme de production est complémentaire de celui d'un Ray Grass d'Italie semé à l'automne.

3 - FETUQUE ELEVEE

La Fétuque élevée peut fournir des réserves, mais sa vocation est le pâturage, et ce toute l'année, moyennant un apport azoté suffisant et un système d'exploitation rigoureux prévoyant un délai de I mois maximum entre deux passages successifs des animaux sur une même parcelle.
En effet, il s'agit d'une plante grossière devenant très vite ligneuse et inappétente.

stade	MAD (g/kg de MS)	Energie (UF/kg de MS
feuillu	I50	0,70
Début épiaison	85	0,65
Floraison	60	0,50

Tableau n°29 : FETUQUE ELEVEE - stade végétatif et composition alimentaire (B.PARAGON, I979, NP,I23)

Cultivée, soit pure, soit en association avec le Trèfle blanc ou le Lotier, la Fétuque élevée est semée à la dose de (X, GNIS, I969,I92) : 20 - 25 kg/ha.

L'éleveur la recherche pour sa productivité sous n'importe quelle condition (en sols difficiles en particulier) et pour être pâturée toute l'année (en été en particulier).

4 - FETUQUE DES PRES

La Fétuque des près est une espèce de moindre importance ; son intérêt réside uniquement dans l'utilisation en pâturage de terres facilement inondées.

En culture pure ou en association avec le Trèfle blanc, la dose de semis est la suivante(X,GNIS,I969,I92) :

I5 - 20 kg/ha.

5 - FLEOLE DES PRES

La Fléole des près a une très forte productivité et une bonne souplesse d'exploitation au printemps. Par ailleurs, le stade épiaison intervient au mois de juin. C'est pourquoi, elle est utilisée en pâture au début du printemps (déprimage) et fauchée ensuite à la fin du printemps, début de l'été pour faire du foin.

Rq : si elle n'est pas exploitée en juin avant le stade épiaison, il existe un très grand risque de verse.

Qu'elle soit cultivée seule ou associée au Trèfle blanc, elle est semée à la dose suivante (X, GNIS, I969,I92) :

6 - 8 kg/ha.

Comme il s'agit de la Graminée herbagère la plus tardive, elle est utilisée en milieux froids et humides sur des sols qui ne portent pas au printemps.

6 - RAY GRASS ANGLAIS

Appétent, court, dense, facile à implanter et à taller, le Ray Grass anglais est l'herbe idéale à pâturer. Cependant, du fait de la chute rapide des teneurs en matières azotées digestibles (MAD) et en énergie, il doit être exploité avant le stade épis à I0 cm.

stade (Ier cycle)	MAD (G/kg de MS)	Energie (UFV/kg de MS)
épi à I0 cm	I23	0,97
début épiaison	68	0,84
Floraison	37	0,62

Tableau n°30 : RAY GRASS ANGLAIS - stade végétatif et composition alimentaire (d'après X, INRA, I978,2I3)

Par contre, il ne peut être pâturé toute l'année puisqu'il ne supporte pas la sécheresse et que sa production est très sectorisée au printemps. Il est donc nécessaire d'effectuer des réserves, chose à laquelle il est mal adapté, ou de cultiver une autre plante pour couvrir la période estivale.

Souvent associé au Trèfle blanc, il est semé à la dose de (X, GNIS, I969,I92) : I5 - 20 g/kg.

Le Ray Grass anglais n'est cultivé que sous un seul climat : frais et humide.

7 - BROMES

Mode d'exploitation ; il est conseillé, lors de la première exploitation, un régime fauche (ensilage, fanage ou affouragement en vert) de manière à permettre à la prairie de s'implanter parfaitement. Ainsi, elle résistera mieux au piétinement futur, lors de son utilisation en pâturage. En fin d'hiver, un déprimage effectué un mois environ avant l'épiaison améliore la répartition de la production dans l'année.

Rythme d'exploitation ; la fréquence la plus favorable semble être une exploitation toutes les cinq semaines. Ce chiffre demande tout de même à être confirmé, affiné.

Les graines portent une barbe, ce qui oblige les obtenteurs à les ébarber pour faciliter les semis ; ceci en augmente le coût, compensé, il est vrai, par la pérennité. Les doses de semis sont les suivantes (graines ébarbées) (J.P GUYONNET, I979,73 bis) :

- 40-50 kg/ha pour les Bromes sitchensis et carinatus
- 50-60 kg/ha pour le Brome cathartique.

Par contre, l'une des conditions de réussite du semis est l'enfouissement à environ 20 mm de profondeur.

D'apparition nouvelle, les Bromes devraient trouver un essor important puisqu'ils ont une productivité supérieure à celle du Ray Grass d'Italie, une valeur alimentaire équivalente et une meilleure répartition du rendement tout au long de l'année.

Le point faible est leur sensibilité aux excès d'eau.

B - LEGUMINEUSES

I - LUZERNE

Le développement de la Luzerne permet une exploitation dès le stade début bourgeonnement (stade le plus riche en matières azotées digestibles et en énergie) jusqu'au stade début floraison (mais, alors, de nombreuses pertes sont prévisibles, tant en valeur nutritive, qu'en matière sèche, par les pertes mécaniques lors du fanage) .

stade	MAD (g/kg de MS)	Energie (UF/kg de MS)
début bourgeonnement	I66	0,8I
Début floraison	I46	0,73
Floraison	I35	0,69

Tableau n° 3I : LUZERNE - stade végétatif et composition alimentaire (B.PARAGON, I979, NP, I23)

La Luzerne est généralement utilisée à la fabrication de foin ; malgré un fanage difficile, elle permet 3 ou 4 récoltes par an, les coupes intervenant avant le stade début floraison (lignification importante par la suite).

Elle peut également être pâturée avec, néanmoins, un risque de météorisation des animaux, surtout si elle est consommée à un stade trop jeune, en trop grande quantité et sans phase d'accoutumance. Pour faciliter la pâture, elle peut être associée à une Graminée qui sera, de préférence,

un Dactyle très tardif (même rythme de végétation).

L'ensilage de Luzerne est un très bon aliment moyennant un hachage fin préalable et l'adjonction d'un conservateur comme l'acide formique à raison de 5 l/tonne de fourrage vert (M.GILLET et L.HUGUET, I976, in I88).

La Luzerne peut être également deshydratée, mais l'aliment obtenu est destiné aux monogastriques.

Sous n'importe quelle forme, la Luzerne est une source de matières azotées digestibles, de minéraux (calcium surtout) et de vitamines (surtout de carotène, précurseur de la vitamine A).

En culture pure ou associée à un Dactyle très tardif, la Luzerne est semée à la dose suivante (X, GNIS, I969, I92) :

- 20 - 25 kg/ha en culture pure
- I0 - I2 kg/ha en association.

Elle est très appréciée des éleveurs puisqu'elle constitue près de 60 % des prairies artificielles en France. En effet, elle permet une production étalée toute l'année (même en été, même en zones sèches), et, comme toutes les Légumineuses, d'enrichir le sol en azote (économie d'engrais azotés, très bonne tête d'assolement).

2 - TREFLE VIOLET

La pâture du Trèfle violet est dangereuse du fait des risques de météorisation. Cependant, ce risque peut être amoindri si le Trèfle violet est associé à un Ray Grass d'Italie.

Le Trèfle violet est donc utilisé pour la constitution de réserves sous forme de foin ou d'ensilage. La coupe doit intervenir rapidement, du fait de la lignification

progressive de la plante.

stade	MAD (g/kg de MS)	énergie (UFV/kg de MS)
début bourgeonnement	I50	0,89
Début floraison	I20	0,73
Floraison	I05	0,68

Tableau n° 32 : TREFLE VIOLET - stade végétatif et composition alimentaire (B.PARAGON, I979, NP, I23)

Cependant, le foin est difficile à réaliser puisque le fanage doit intervenir tôt dans la saison (conditions climatiques) et que les pertes en feuilles sont assez importantes. L'ensilage est plus facile à obtenir mais un apport d'acide formique est nécessaire (3,5 l par tonne de fourrage vert) (J.PICARD, I979, 202).

Les doses de semis sont les suivantes (X, GNIS, I969, I92) :
- 20-25 kg/ha en culture pure pour une variété tétraploïde
- I5-20 kg/ha en culture pure pour une variété diploïde.

Demi-dose en association avec une Graminée (Ray Grass d'Italie).

L'éleveur l'utilise donc pour la constitution de réserves au printemps ; en effet, 45 à 85 % du rendement total annuel a lieu en cette saison.
De plus, il est nécessaire de ne pas l'exploiter trop tard à l'arrière saison et de le laisser atteindre le stade floraison au moins une fois par an, pour lui permettre

d'accumuler des réserves dans les racines.

Rq : le Trèfle violet peut provoquer la trifoliose chez les animaux.

3 - TREFLE BLANC

Le Trèfle blanc est une plante de pâturage du fait de son appétence et de sa résistance au piétinement. Cependant, les risques de météorisation et de trifoliose provoquée par la variété Ladino, nuisent à son expansion.

La dose de semis est faible (X, GNIS, I969, I92) :
- 2-4 kg/ha en culture pure
- I-2 kg/ha en association avec une Graminée.

Le Trèfle blanc est peu exigent et facile à implanter, il est donc utilisé en régions difficiles.

4 - AUTRES LEGUMINEUSES HERBAGERES

a) le Lotier

Utilisé généralement en association avec une Graminées, leLotier, du fait de son appétence et parce qu'il ne provoque pas de météorisation, est pâturé . Mais, il peut aussi être séché ou ensilé.

Par contre, il doit être exploité avant le stade floraison, puisque, à ce stade, tous les organes de la plante s'enrichissent en un hétéroside cyanogénétique toxique, la lotusine.

En association avec une Graminée, il est semé à la dose suivante (X, GNIS, I969, I92) :

. 6-8 kg/ha

Limité par sa faible productivité, le Lotier est peu utilisé quoiqu'il présente l'avantage de ne pas provoquer la météorisation, consommé en vert.

De plus, il craint la concurrence d'espèces plus agressives et donne une coloration jaune au beurre.

b) Sainfoin

Très appétent, plus riche en énergie et mieux équilibré que la Luzerne, ne provoquant pas de météorisation consommé en vert, le Sainfoin est ou plutôt serait la Légumineuse des pâturages, si ce n'était son coût.

Le foin qu'il fournit est d'excellente qualité (d'où son nom) puisque les pertes en feuilles sont pratiquement nulles (B.PARAGON, I979, NP, I23)

Protéines : I3,5 % de la MS
Cellulose brute : 30 % de la MS

Les doses de semis sont de (X, GNIS, I969, I92) :
- culture pure : I50-I80 kg/ha en cosses
  80-I00 kg/ha en graines.
- association avec une Graminée : doses réduites de moitié.

Le Sainfoin est très peu utilisé et n'est même plus étudié, ce qui est regrettable compte tenu de ses qualités.

C - ACCIDENTS PROVOQUES PAR LES LEGUMINEUSES

Il ne s'agit pas ici d'épiloguer sur ces accidents, mais de les citer de manière à les connaître et donc les éviter.

I- Troubles de la reproduction (L. FALIU, I979 NP, 50)

Certains Trèfles, et en particulier le Trèfle souterrain et le Trèfle violet peuvent provoquer des troubles importants sur le niveau de reproduction du troupeau. En effet, au début du printemps, lors de la floraison, ces espèces s'enrichissent en ginestéine qui est une isoflavone à action oestrogénique.

Il en résulte des troubles dans le cycle des femelles, troubles pouvant aller jusqu'à la stérilité. Chez les brebis, interviennent des prolapsus vaginaux et rectaux, ainsi qu'une hyperplasie mammaire.

C'est pourquoi, il est recommandé d'exploiter le Trèfle violet avant le stade I0 % de floraison.

2 - La Trifoliose (L. FALIU, I979, NP, 50)

La Trifoliose est une affection atteignant les ovins, mais aussi les chevaux, bovins et porcins. Elle est provoquée essentiellement lors de la consommation de Trèfle blanc Ladino ou de Trèfle hybride, mais aussi, dans des proportions moindres, lors de l'ingestion de Trèfle violet et de Luzerne.

Il s'agit d'une photosensibilisation secondaire dont les principaux symptômes sont nerveux, digestifs et cutanés ; ils apparaissent lors de la période de forte pousse de ces espèces.

Rq : des lésions hépatiques avec ictère peuvent apparaître.

3 - Les Fourrages cyanogénétiques (L.FALIU, I979, NP,50)

Il s'agit du Lotier, mais aussi des Trèfles. Lors de la floraison, ces plantes s'enrichissent au niveau des feuilles en un glucoside cyanogénétique, la lotusine, dont la concentration peut être très élevée. Il en résulte des intoxications violentes entraînant une mort rapide de l'animal.Il est donc recommandé d'exploiter le Lotier avant l'apparition des fleurs.

4 - La météorisation ou indigestion aigue gazeuse et spumeuse (L.FALIU,I979,NP,50) (SPEDDING et al., I976,I48)

C'est un phénomène suraigu, correspondant à l'accumulation dans le rumen de gaz ou de mousses ; toutes les espèces domestiques de ruminants (les ovins encore plus que les bovins) sont sensibles à cette météorisation qui conduit rapidement à la mort par asphyxie (compression du diaphragme par dilatation du rumen - mort en 2-3 heures).
Ce phénomène se rencontre au printemps et à l'automne lors du pâturage des Légumineuses et même de jeunes pousses de Graminées.

Actuellement, l'indigestion spumeuse domine l'indigestion gazeuse du fait de l'amélioration de l'alimentation animale ; l'apparition de mousses, normale lors de l'ingestion de Légumineuses, devient excessive sous certaines conditions et ces mousses comblent le dôme gazeux du réticulo

rumen.

Rq : l'indigestion spumeuse nécessite une production gazeuse bien moins importante que pour l'indigestion gazeuse.

Face à cette surproduction de mousse dans le réticulo-rumen et à l'augmentation de la pression intraruminale qui en découle, l'animal réagit :
- certains animaux arrêtent de manger jusqu'à précipitation des mousses et donc guérison.
- d'autres restent dans un état de météorisation chronique ce qui réduit nettement leurs niveaux d'ingestion.
Ceci à la condition que l'atteinte primitive ne soit pas trop sévère puisque dans ce cas, l'évolution est la mort par asphyxie en l'absence de traitement.

L'indigestion spumeuse se caractérise par la stabilité des mousses, stabilité liée à la présence de saponines, protéines et lipides dans l'aliment, et à la salive de l'animal ; quant une bulle de gaz apparaît, elle se stabilisé, persiste et s'accumule aux autres, induisant une augmentation volumétrique de l'ingestat et de la pression intraruminale, ce qui gène au dégagement et à l'ouverture du cardia (préliminaires à l'éructation). De plus, même dans l'hypothèse d'une ouverture du cardia, ce qui permettrait au gaz emprisonné sous forme de bulles de pénétrer dans l'oesophage, l'éructation demeure impossible puisque la mousse induit un réflexe de déglutition et non de régurgitation. Ainsi, une fois la mousse apparue dans les préestomacs, le gaz reste bloqué.

L'importance de phénomène réside donc dans la composition même de la mousse et dans les conditions nécessaires à sa formation ; on s'accorde actuellement à mettre en cause des facteurs liés à la plante et à l'animal et des facteurs découlant de la flore microbienne du rumen, lors de la formation des mousses stables.

a) facteurs liés à la plante

Les jeunes pousses de Légumineuses sont les plus dangereuses, mais les Graminées et même certaines céréales ou crucifères, peuvent induire une météorisation. Par contre, toutes les Légumineuses ne la provoquent pas ; ainsi, sous nos climats, le Sainfoin et le Lotier sont-elles inoffensives de ce point là.

Rq : cette qualité du Sainfoin et du Lotier est liée à la présence de tanins en grande quantité, tanins qui se complexent avec les protéines solubles de la plante, ce qui rend impossible toute production gazeuse.

Lors de la production de mousses, les protéines sont l'élément le plus important ;d'un point de vue moléculaire, les protéines solubles des feuilles sont scindées en deux fractions.Il existe une concentration seuil en fraction I dans la feuille, au-delà de laquelle la plante devient dangereuse ; la fraction 2 intervient en précurseur, en initiateur.
D'autres composantes interviennent, telles les saponines et les pectines mais à un degré moindre ; de plus, la concentration élevée en minéraux des Légumineuses est considérée comme un facteur aggravant de la stabilisation de mousses.

Rq : certains éléments de la plante ont des propriétés antimoussantes, comme les tanins et les lipides.

b) facteurs liés à l'animal

Il existe deux aspects à la sensibilité des animaux à la météorisation, la mortalité et la morbidité ; ainsi la météorisation est plus fréquente chez les ovins que chez les bovins, mais les effets létaux sont plus importants chez les bovins que chez les ovins.

Rq : cette mortalité moins importante des ovins s'explique par :
- des facultés de compensation plus importantes
- la météorisation provoque moins de bouleversements physiologiques.

De plus, au sein d'une même espèce, existent aussi des variations :

- les jeunes bovins sont plus sensibles que leurs aînés.

- raisons génétiques : il existe toute une gamme de sensibilité allant des individus très sensibles (T.S) aux individus les plus résistants (P.R). Ces différences génétiques se traduisent par des variations physiologiques d'un individu à l'autre.

Actuellement, il semble que la salive et la salivation sont le déterminant des variations individuelles (les bovins salivent moins lors de la pâture d'une Légumineuse que d'une Graminée) ; en effet, la salive a des propriétés antimoussantes et les mucoprotéines salivaires permettent une augmentation de la stabilité de la fraction I des protéines végétales.

c) facteurs liés à la flore microbienne

Les bactéries mucinolytiques sont en nombre plus important chez les ruminants P.R que chez les T.S.
Certains protozoaires (ciliés holotriches) éclatent en libérant leurs réserves en amidon lors de consommation de Légumineuses, ce qui favorisent la formation de mousses.

d) Prophylaxie

Il ne sera pas question du traitement de cette affection mais de sa prévention qui, dans le cadre de cette étude, trouve sa place en valorisant le pâturage des Légumineuses.
- Moyens alimentaires :
. pas de changement brutal de régime

. en régime intensif : IO % de la matière sèche doit être de la cellulose (longues fibres).

. en régime extensif, limiter l'ingestion de feuilles lors de la pousse de l'herbe, en réduisant la surface disponible par animal.

Moyens médicaux :

- antibiotiques par voie orale (action sur la flore ruminale) ; pénicilline, tylosine, érythromycine en mélange à la dose de 0,0I g à 0,IO g/kg de complément. (TOURNUT J et BEZILLE P, cours dispensés à l'ENVT, I978, NP).

- agents antimoussants appartenant à la série polyoxypropylène - polyoxyéthylène dont l'un le poloxalène tend à devenir populaire en Europe (notamment au Royaume Uni). Utilisés par voie buccale sous forme de capsules ou par adjonction à l'eau de boisson (Blokure) (Idem).

- épandage de graisses ou d'huiles sur le pâturage, mais des doses très importantes sont nécessaires pour une protection de courte durée (6 heures) ; en effet, le taux de dilution dans le rumen croît logarithmiquement avec le temps (Idem).

Moyens végétaux :

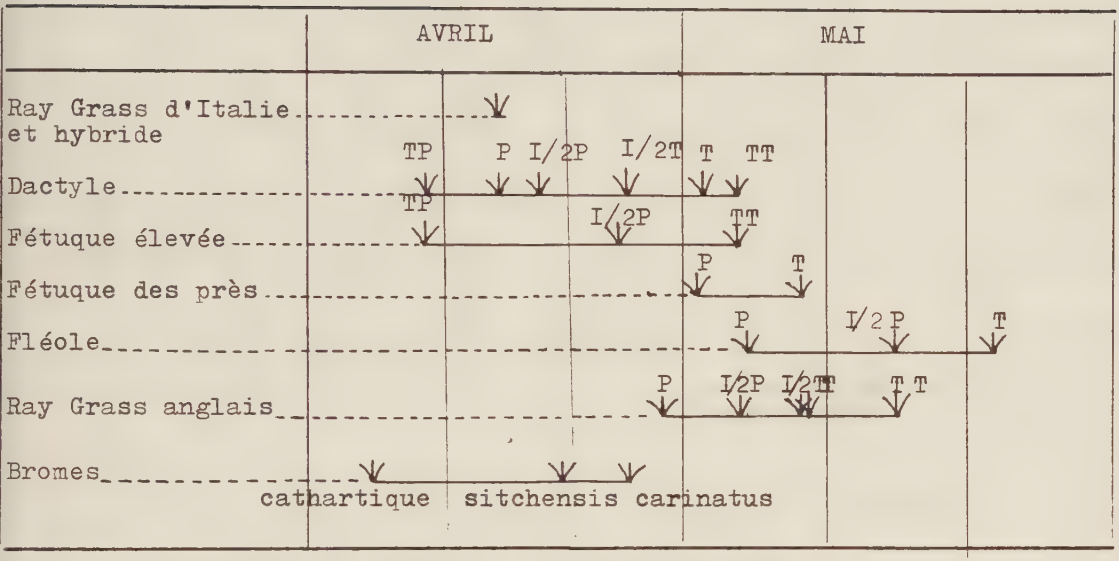
L'utilisation du Sainfoin ou du Lotier, mais il a été vue que ces plantes ne convenaient qu'imparfaitement à une volonté d'intensification fourragère.

Cette partie consacrée à la météorisation est volontairement assez approfondie puisque ce phénomène réduit considérablement l'utilisation des Légumineuses en pâture.

D - CONCLUSION

I - EPOQUES D'UTILISATION AU PRINTEMPS

a) En pâture

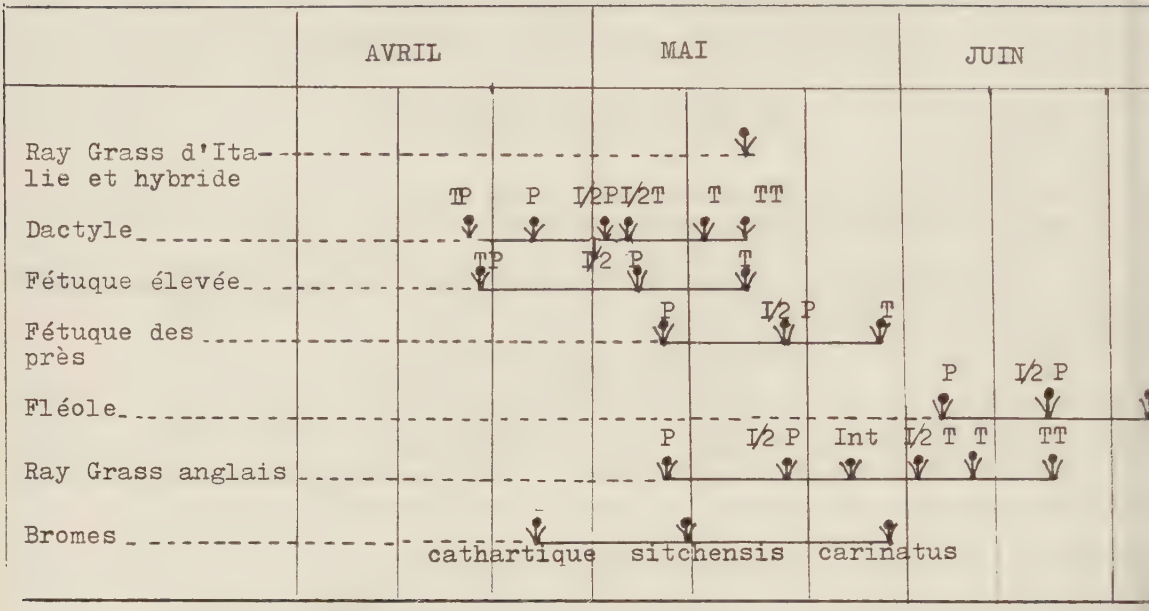


TP : très précoce - P : précoce - I/2 P : demi-précoce - I/2 T : demi tardif - T : tardif - TT : très tardif

Tableau n° 33 : GRAMINEES FOURRAGERES - DEBUT MONTAISON (stade épis à I0 cm) (d'après X, GNIS, I969, I92 ET J.P GUYONNET, I979, 73 bis).

b) En coupe

cf pages suivantes .



int : intermédiaire.

TABLEAU N° 34 : GRAMINEES FOURRAGERES - STADE EPIAISON (apparition de 50 % des épis) (d'après X, GNIS, I969, I92 et J.P GUYONNET, I979, 73 bis).

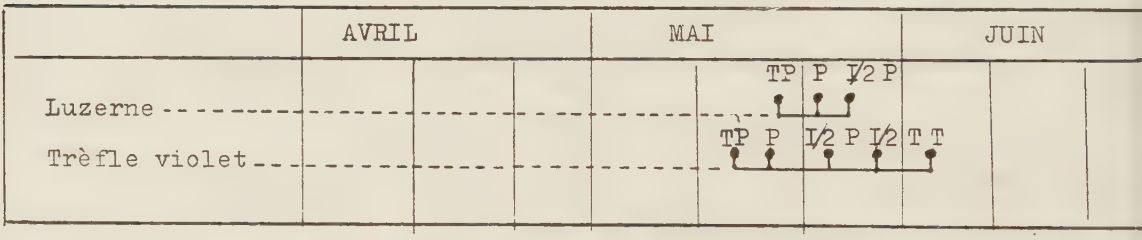


TABLEAU N° 35 : LEGUMINEUSES FOURRAGERES - STADE DEBUT FLORAISON (X, GNIS, I969, I92)

	TRES BONNE	BONNE	MOYENNE	FAIBLE	TRES FAIBLE
adaptation au pâturage	.Ray Grass anglais .Fétuque des près .Ray Grass d'Italie . Bromes	.Fétuque élevée . Dactyle		. Luzerne . Fléole des près	. Trèfle violet
adaptation à l'ensilage	. Ray Grass d'Italie . Bromes	.Fétuque des près . Fétuque élevée .Dactyle .Fléole des près	.Luzerne . Trèfle violet	.Ray Grass anglais	
adaptation au fanage	.Fléoledes près	.Luzerne .repousses de Ray Grass d'Italie, Dactyle, Fétuque élevée, Bromes.		.Trèfle violet .Iere coupe de Bromes	.Ray Grass anglais. .Fetuque des près 1ère coupe de Ray Grass d'Italie, Dactyle, Fétuque élevée
Richesse en énergie	.Ray Grass d'Italie . Bromes .Ray Grass anglais .Fétuque des près	.Dactyle	.Fétuque élevée . Fléole des près .Trèfle violet	Luzerne	
RIchesse en protéines	.Luzerne .Trèfle violet	.Dactyle .Fétuque des près .Ray Grass anglais	.Fétuque élevée .Fléole des près .Bromes	Ray Grass d'Italie	

TABLEAU N° 36

suite tableau n° 36

Appétence	.Luzerne .Trèfle violet . Bromes	. Ray Grass anglais . Ray Grass d'Italie . Fétuque des près.	Fléole des près .Dactyle	.Fétuque élevée	
Possibilités d'exploitation tôt au printemps	.Ray Grass d'Italie .Fétuque élevée . Bromes	.Dactyle		.Fétuque des près .Ray Grass anglais.	Fléole des près

TABLEAU N° 36 : UTILISATION DES PLANTES HERBAGERES (X, GNIS, 1976, I88)

	EPOQUES DE PRODUCTION				UTILISATION		
	Tôt au printemps	Printemps	été	automne	fauche	pâture	affouragement
BROMES	Delta Bellegarde	toutes	repousses	repousses	x	x	x
DACTYLE		Précoce à tardif	repousses	repousses	Ie coupe	repousses	x
FETUQUE ELEVEE	Précoce	tardive	repousses	repousses	x	x (rotation rapide 3 semaines)	x
FETUQUE DES PRES		toutes		repousses	x	x	
FLEOLE DES PRES		Précoce à tardive		repousses	x Ie coupe		
RAY GRASS ANGLAIS		précoce à tardif		repousses		x	
RAY GRASS HYBRIDE	semis d'automne 2e année	repousses	semis de printemps	semis de printemps	ensilage	x	
RAY GRASS D'ITALIE	semis d'automne 2e année	repousses	semis de printemps	semis de printemps	ensilage	x	
LUZERNE		toutes	repousses	repousses	x		x
TREFLE VIOLET		toutes		repousses	Ie coupe ensilage		

TABLEAU N° 37 : EPOQUES DE PRODUCTION ET UTILISATION (d'après X, GNIS, I979,I89)

V - VALEUR ALIMENTAIRE (I,7,35,7I;72;78;I05;II7;I33;208;209; 2I3)

Il existe des tables de valeurs alimentaires qui donnent, en fonction de l'espèce, du cycle et du stade de végétation, la composition des plantes (X, INRA, I978, 2I3 - X, I972, 208 - X , I98I, 209)

De ces tables, il ressort :

- l'importance du stade de végétation lors de la consommation
- l'importance du mode de conservation.

De plus, notons que la valeur à retenir est la teneur par kilogramme de matière sèche.

A titre démonstratif, étudions la valeur alimentaire du Ray Grass d'Italie.

A - IMPORTANCE DU STADE DE VEGETATION

cf tableau pages suivantes.

	MATIERE Seche (g/kg)	ENERGIE (/kg MS)		ENERGIE (Mcal/kg MS)			VALEUR AZOTEE (g/kg MS)		
		UFL	UFV	Brute	digestible	métabolisable	MAD	PDIN	PDIE
1-1er cycle épi à I0 cm	I63	0,98	0,96	4,25	3,27	2,75	122	109	111
2-1e cycle début épiaison	175	0,84	0,79	4,20	2,89	2,43	59	63	82
3-1e cycle - floraison	252	0,71	0,64	4,21	2,56	2,11	38	45	68
4-2e cycle - 5 semaines	186	0,83	0,77	4,28	2,90	2,40	123	I09	I06
5- 3e cycle- 6 semaines	202	0,90	0,86	4,25	3,06	2,57	I07	I00	I04

TABLEAU N°38 : RAY GRASS D'ITALIE - valeurs énergétique et azotée du fourrage vert (d'après X, INRA,I978, 213)

avec UFL : unités fourragères lait - UFV : unités fourragères viande

MAD : Matière azotée digestible -

La valeur azotée réelle est calculée à partir de deux valeurs permises respectivement par : - la teneur en matière organique digestible : PDIE
- la teneur en matière a zotée totale : PDIN

végétatif	QUANTITES INGEREES		CONSTITUANTS ORGANIQUES (g/kgMS)			CONSTITUANTS MINERAUX (g/kg MS)			
	MS (g/kg PV 0,75)	VEF en UE	MO	MAT	CB	Cendres	Ca	P	Mg
1	78	0,96	888	169	I90	112	5,0	3,5	1,5
2	71	1,06	904	97	248	96	4,5	3,0	1,0
3	58	1,29	916	70	298	84	4,5	2,5	1,0
4	76	0,99	894	169	262	I06	5,0	3,5	2,0
5	81	0,93	893	155	222	I07	5,5	3,5	2,0

TABLEAU N°39 : RAY GRASS D'ITALIE - QUANTITES INGEREES, CONSTITUANTS ORGANIQUES ET MINERAUX du fourrage vert (d'après X, INRA, I978, 213)

avec : PV : poids vif - PV 0,75 : poids métabolisable de l'animal
MO : matière organique - MAT : matière azotée totale - CB : cellulose brute
Ca : calcium - P : phosphore - Mg : magnésium
VEF : Valeur d'encombrement du fourrage
UE : Unité d'encombrement

ALIMENT	MS (g/kg)	ENERGIE (/kg MS)		ENERGIE (Mcal/kg MS)			VALEUR AZOTEE (g/kg MS)		
		UFL	UFV	Brute	digestible	métabolisable	MAD	PDIN	PDIE
FOIN									
1- 1e cycle, épiaison, fané au sol par beau temps	850	0,74	0,66	4,24	2,62	2,17	36	50	69
2-1e cycle, épiaison, fané au sol par temps de pluie	850	0,68	0,60	4,23	2,49	2,04	26	43	63
ENSILAGE									
3- 1e cycle, début épiaison, coupe fine+acide formique	210	0,84	0,79	4,20	2,89	2,43	57	59	71
4- 1e cycle, début épiaison, coupe fine sans conservateur	210	0,84	0,79	4,20	2,89	2,43	57	57	66
5 - 1e cycle, début épiaison, coupe longue sans conservateur.	210	0,84	0,79	4,20	2,89	2,43	57	55	62
FOIN DESHYDRATE (compacté ou condensé, grillé 20 mn)									
6-1e cycle, début épiaison.	910	0,84	0,79	4,20	2,89	2,43	54	61	85

TABLEAU N° 40 : RAY GRASS D'ITALIE - VALEURS ENERGETIQUES ET AZOTEE DE FOURRAGES CONSERVES, RECOLTES A UN MEME STADE (d'après X, INRA, 1978, 213)

ALIMENT	QUANTITES INGEREES		CONSTITUANTS ORGANIQUES (g/kg MS)			CONSTITUANTS MINERAUX (g/kg MS)			
	MS (g/kg PV 0,75)	VEF en UE	MO	MAT	CB	Cendres	Ca	P	Mg
FOIN									
I	61	1,23	907	81	279	93	4,5	3,0	1,0
2	55	1,36	910	70	318	90	4,0	2,5	1,0
ENSILAGE		ovins							
3	57	1,32	904	97	278	96	4,5	3,0	1,0
4	53	1,42	904	97	278	96	4,5	3,0	1,0
5	27	2,78	904	97	278	96	4,5	3,0	1,0
FOIN DESHYDRATE									
6	83	0,9I	904	97	248	96	4,5	3,0	1,0

TABLEAU N°4I : RAY GRASS D'ITALIE - QUANTITES INGEREES, CONSTITUANTS ORGANIQUES ET MINERAUX DE FOURRAGES CONSERVES, RECOLTES A UN MEME STADE (d'après X, INRA I978, 213)

le fourrage deshydraté est utilisé principalement pour l'alimentation des monogastriques.

C - COMPARAISON DES DIFFERENTES ESPECES

Cette comparaison s'attache à la valeur énergétique (UFL et UFV) et la valeur azotée (MAD) des fourrages verts des principales plantes herbagères ; elle n'est donc pas complète.

Dans le tableau n°42 :

- I - Ie cycle : stade épis à IO cm pour les Graminées
- 2 - 2e cycle : (x semaines)
- 3 - 3e cycle : (x semaines)
- 4 - 4e cycle : (x semaines).

cf pages suivantes.

	VALEUR ENERGETIQUE (/kg MS)		VALEUR AZOTEE (g/kg MS)		
	UFL	UFV	MAD	PDIN	PDIE
RAY GRASS D'ITALIE					
I -	0,98	0,96	I22	I09	III
2 -(5 semaines)	0,83	0,77	I23	I09	I06
3 -(6 semaines)	0,90	0,86	I07	I00	I04
DACTYLE					
I -	0,93	0,89	I74	I42	I26
2 - (6 semaines)	0,84	0,78	I39	II8	III
3 - (6 semaines)	0,87	0,82	I47	I25	II5
FETUQUE ELEVEE					
I -	0,82	0,77	II5	I06	I03
2 - (5 semaines)	0,83	0,77	II3	I04	I02
3 - (6 semaines)	0,80	0,74	II8	I06	I02
FETUQUE DES PRES					
I -	I,0I	0,98	I63	I33	I25
2 - (6 semaines)	0,92	0,87	I33	II8	II3
3 - (6 semaines)	0,87	0,82	I23	II3	I09
FLEOLE DES PRES					
I -	0,95	0,90	95	90	I0I
2 - (7 semaines)	0,85	0,79	9I	85	94
3 - (7 semaines)	0,9I	0,86	II5	I02	I06
RAY GRASS ANGLAIS					
I -	I,00	0,97	I23	I07	III
2 - (7 semaines)	0,9I	0,86	II6	I07	I08
3-4 (6semaines)	0,90	0,85	I23	II2	II0
RAY GRASS ANNUEL					
I-	I,00	0,98	I86	I47	I30
2 - (5 semaines)	0,77	0,7I	I2I	I05	I0I
3-4 (6 semaines)	0,80	0,76	I27	III	I04
BROMES					
I -	0,98	0,95	I47	I20	II6
2 - (7 semaines)	0,83	0,77	74	75	88
3 - (7 semaines)	0,88	0,83	II4	I02	I04

TABLEAU N° 42

suite tableau n° 42

LUZERNE					
I -	0,8I	0,74	I66	I45	I27
2 - (5 semaines)	0,8I	0,73	I78	I52	I3I
3-4 (5 semaines)	0,82	0,75	205	I73	I42
TREFLE VIOLET					
I -	0,93	0,89	I50	I34	I26
2 - (6semaines)	0,88	0,83	I54	I42	I28
3 - (6 semaines)	0,9I	0,87	I76	I56	I36
TREFLE BLANC					
I - végétatif	I,08	I,06	24I	20I	I67
2 - (8 semaines)	0,95	0,90	I73	I52	I36

TABLEAU N°42 : VALEURS ENERGETIQUES ET AZOTEES DES PRINCIPALES ESPECES HERBAGERES EN VERT (d'après X, INRA I978,2I3)

BESOINS ALIMENTAIRES DES OVINS

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-

L'élevage ovin permet de produire (REGAUDIE R. et REVELEAU L, I969, I39) :

- de la viande : 88 % de la production ovine française
- du lait : 9 % de la production ovine française
- de la laine : 3 % de la production ovine française.

La production de viande ovine était rénumératrice en France jusqu'en I979, puisque le marché était soutenu (prix seuil en I978 : I7,37 F) à un prix 2 à 3 fois supérieur au prix mondial ; depuis I980, et devant la pression des éleveurs anglais, la France a ouvert ses frontières en autorisant la libre circulation de la viande ovine au sein de la CEE ; d'où une chute brutale du prix de ce produit qui, alors, est soumis aux fluctuations du marché sinon mondial, du moins européen. Les producteurs ont donc vu leurs revenus choir brutalement, sans qu'il n'ait été possible de moduler cette chute par une période de transition durant laquelle serait intervenue une amélioration des structures d'élevage par l'intensification de la production.

La production de laine n'est plus qu'une sous production des deux autres ; le marché de la laine n'a jamais été soutenu et se trouve en concurrence avec celui des textiles synthétiques ; il ne s'agit pratiquement plus que d'une production historique.

La production de lait est une production originale qui, de ce fait, se trouve être rémunératrice ; en effet, 95 % du lait produit sert à la fabrication du

Roquefort. La qualité de ce produit, ainsi que l'originalité même de cette production et son essor, obligent à un haut niveau technologique les éleveurs du bassin de Roquefort.

Quoiqu'il en soit, les structures de l'élevage ovin français sont hétéroclites ; il est cependant possible de considérer quatre systèmes de production.

	SYSTEME INTENSIF	SYSTEME EXTENSIF
Production de viande	Plein air : . Production fourragère: 3500-4000 UF/ha Semi plein air : . Hiver en bergerie - été en plein air . Prolificité : <2 agneaux/brebis/an Bergerie : . Agneaux séparés de la mère après la prise de colostrum et nourris au lait artificiel . Agneaux vendus à I00-I20 jours .Prolificité : 2,I agneaux/brebis/an.	Zone aride : .Production fourragère $<$I000 UF/ha . Achat de foin . Agneaux vendus à 6-7 mois . Prolificité : I,I agneaux/brebis/an Zone de culture possible . Production fourragère $\simeq$ 2500 UF/ha . Foin récolté . Agneaux vendus à I00-I20 jours . Prolificité : I,5 agneaux/brebis/an
Production de lait	. Système de production variable en fonction des possibilités, capacités de l'exploitation . Production laitière : 260 kg/brebis/an . Agneaux élevés (lait artificiel) jusqu'à 30 Kg . I travailleur (I UTH) $\Rightarrow$ 300 brebis . Traite mécanique.	. Production fourragère 2500 UF/Ha/an . Semi plein air . Prolificité : I,I agneau/brebis/an . Production laitière : 200 kg/brebis/an . Agneaux vendus à 3-6 semaines . I travailleur (ITH) $\Rightarrow$I00 brebis . Traite manuelle

TABLEAU N°43 : GRANDES LIGNES DES QUATRE SYSTEMES DE PRODUCTION OVINE EN FRANCE (d'après X, BIMA, I980,I95)

A ce système français s'oppose le système anglais pour lequel la production est sectorisée en fonction des possibilités régionales, chacun trouvant alors, les débouchés nécessaires ; ainsi est-il possible d'assurer un niveau de production et un revenu optimum dans chaque zone.

Une constation s'impose ; en France, l'élevage ovin en est au stade cueillette ou au stade semi industriel qui, l'un par une productivité trop faible, l'autre par un prix de revient trop élevé, ne lui permet pas d'être compétitif au niveau international. En Grande Bretagne, l'élevage ovin est un élevage de plein air intensif s'appuyant sur l'intensification fourragère, lui permettant une productivité élevée pour un coût de production réduit.

Cet exemple anglais montre que la prairie temporaire est certainement la solution pour l'élevage moderne, ovin en particulier, et, en tout état de chose, qu'elle permet de couvrir les besoins alimentaires des animaux.

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-

I - ALIMENTATION DE LA BREBIS

A - BASES THEORIQUES

I - La brebis est un ruminant

a) physiologie du rumen

Quatre point importants :

- plus grande rusticité de l'animal , donc meilleure efficacité de la rumination, par rapport aux bovins.

- Fermentations ruminales plus actives pour un ovin que pour un bovin.

	OVIN	BOVIN
Poids	50 kg	500 kg
Production d' AGV	600 g	3000 g
Rapport $\frac{\text{AGV (g)}}{\text{Poids (kg)}}$	I2	6

Tableau n°44 : EFFICACITE DE LA FERMENTATION RUMINALE CHEZ LES OVINS ET BOVINS - AGV : acides gras volatils . (D.GRIESS, I980, NP, 69)

D'où une productivité plus grande.

- Grande production d'acides gras volatils donc grande sensibilité à l'acidose. D'où problème de l'ensilage qui doit être d'excellente qualité.
- La population ruminale étant voisine de celle des bovins,

c'est donc le mécanisme de la motricité ruminale qui intervient.

b) comportement alimentaire

- Appétit très important :

. bovins : I,5 à 3,5 kg de MS/I00 kg PV

. ovin : 3 à 6 kg MS/I00 kg PV

(D.GRIESS, I980,NP,69)

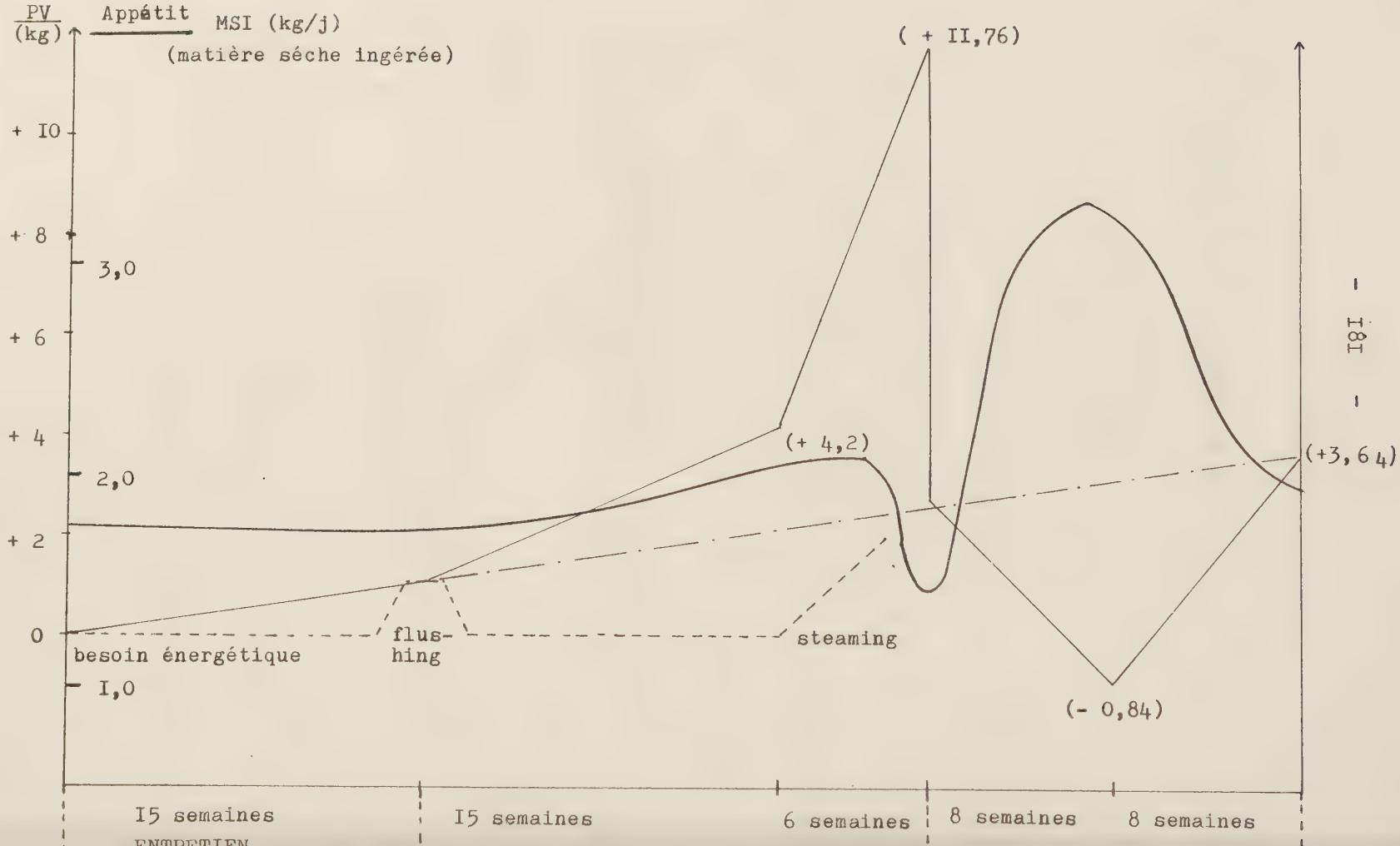
- Préhension des aliments par section avec les lèvres (les deux lèvres sont mobiles).

- Un ovin mastique plus qu'un bovin, et le niveau de hachage de l'aliment est idéal.

- Capacité d'ingestion variable avec l'état physiologique de la brebis.

FIG N°I3 : COURBE DE POIDS ET D'APPETIT d'UNE BREBIS EN FONCTION DE SON ETAT PHYSIOLOGIQUE
(D.GRIESS, I980, NP, 69)

(cf page suivante)


PV (kg)
Appétit
MSI (kg/j)
(matière séche ingérée)
+ IO
+ 8
+ 6
+ 4
+ 2
0
3,0
2,0
I,0
(+ II,76)
(+ 4,2)
(+3,64)
(- 0,84)
IBI
besoin énergétique
flus-hing
steaming
I5 semaines
I5 semaines
6 semaines
8 semaines
8 semaines

c) Problèmes particuliers

- La toison :

La toison demande un dépot de protéines de 6-I0 g/jour selon les races ; ce dépot induit une augmentation d'environ 30 % du besoin d'entretien en protéines. De plus, ces protéines (kératine) nécessitent des acides aminés soufrés pour leur synthèse; les acides aminés soufrés sont le facteur limitant de la flore ruminale (D. GRIESS, I980, NP, 69)

- les déplacements :

La transhumance, beaucoup moins usitée de nos jours, entraîne une augmentation du besoin d'entretien de 20-30 et même 50 % . (D.GRIESS, I980, NP, 69).

2 - La brebis produit du lait

a) Fécondité

La fécondité est le nombre d'agneaux nés en une année dans un troupeau de I00 mères; en France, elle avoisine I20. La fécondité est l'expression de la fertilité d'une part et de la prolificité d'autre part.

- Le flushing

Lôrs de la période préoestrale, il est possible d'influer sur la fertilité de la brebis par le flushing ; par une suralimentation énergétique (+ 0,4 UF/jour/brebis) de la brebis à ce stade, le nombre d'ovules fécondés peut être augmenté.

- Facteurs influant sur le taux d'ovulation de la brebis :

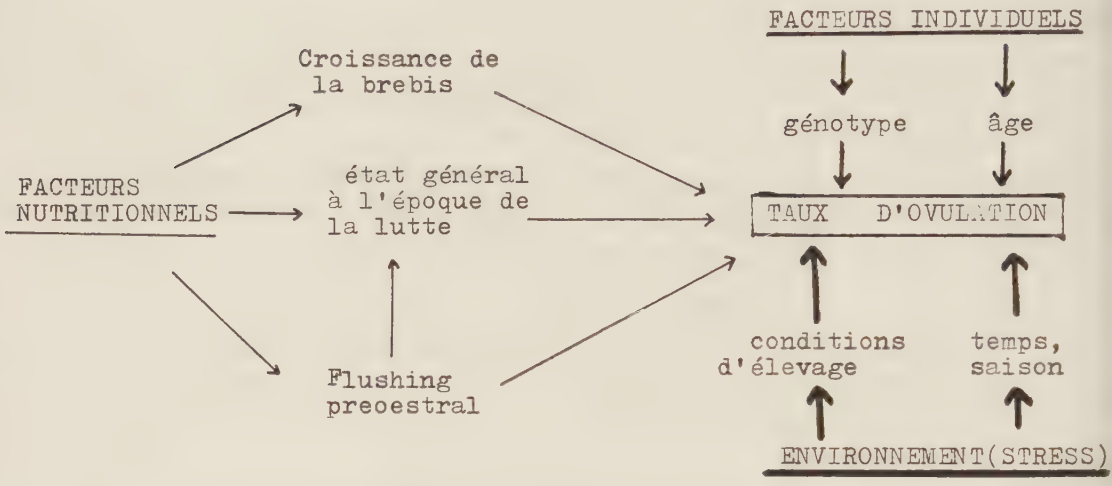


FIG N° I4 : TAUX D'OVULATION DE LA BREBIS - Facteurs
(JM. DONEY et R.G GUNN, I976, in 69)

- Facteurs intervenant sur la prolificité de la brebis

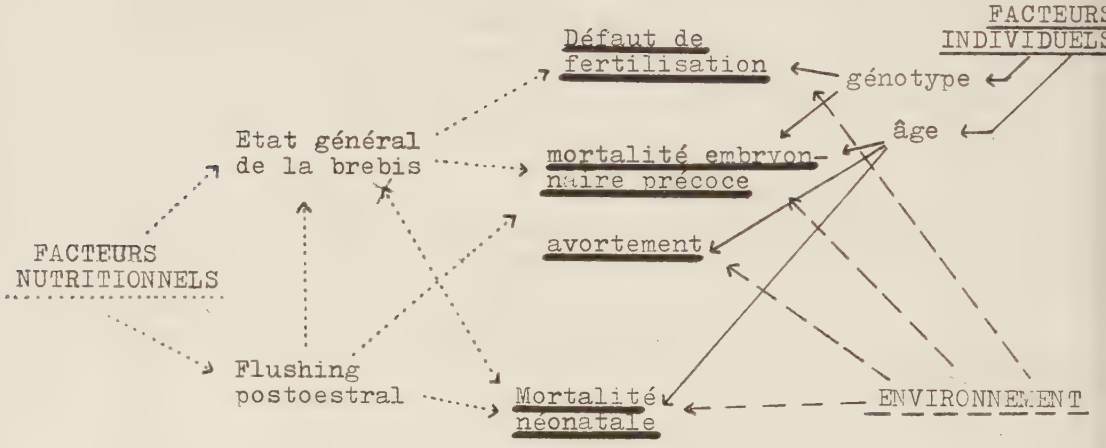


FIG N° I5 :
PROLIFICITE DE LA BREBIS - facteurs
(J.M DONEY et R.G GUNN, I976,in 69)

b) La gestation

- Croissance foetale.

La cinétique foetale est très déséquilibrée puisque, à 8 semaines de la mise bas, le foetus ne pèse que 20 % du poids à la naissance. Le foetus acquiert, en effet, 25 % de son poids dans les 2 dernières semaines de gestation.

De plus, le rendement énergétique de la brebis gestante est très mauvais (I0-I2 %).

- Conséquence, le steaming.

Il s'agit d'un apport énergétique supplémentaire servant au développement foetal, mais permettant aussi de préparer le passage de l'état de gestation à celui de lactation. L'apport va de 0,I à 0,4 $UF/J/_{ovin}$ (D.GRIESS, I980, NP, 69).

- Autre conséquence : la toxémie de gestation.

La toxémie de gestation est un trouble organique dû à une hypoglycémie et à l'accumulation de corps cétoniques dans le sang. Du fait de la sous-alimentation énergétique lors de la gestation, l'organisme se procure l'énergie nécessaire dans la mobilisation des réserves lipidiques. Mais, bientôt, les précurseurs glucidiques nécessaires à l'intégration de ces réserves lipidiques dans le métabolisme de l'animal, viennent à manquer, et ces dernières s'accumulent sous forme de corps cétoniques, toxiques pour l'organisme. Les besoins énergétiques énormes en fin de gestation induisent cette carence en glucides ; d'où l'intérêt du steaming, mais aussi d'un apport complémentaire en précurseur glucidique, l'acide propionique (provenant de l'amidon des aliments concentrés).

c) La lactation

La production laitière pour une même brebis est variable :

- en fonction de l'âge :

la production est plus importante à la 3ème lactation qu'aux deux premières, à la 4ème qu'à la 3ème,...

- en fonction du nombre d'agneaux :

Plus le nombre d'agneaux augmente et plus la production laitière est importante.

Si 2 agneaux : augmentation de 30-40 % de la production laitière de la brebis.

Si 3 agneaux et plus : augmentation de 40 - 50 %.

(D.GRIESS, I980, NP,69).

- facteurs alimentaires.

Le steaming joue un rôle important sur le poids du nouveau né, sur l'état de santé de la mère, mais aussi sur la production laitière de celle-ci. Ainsi, par le steaming, la quantité de lait produite passe de I l à I,3 l pour un agneau

I l à I,6 l pour des jumeaux.

(D.GRIESS, I980, NP;69)

- Dans le temps.

Au cours d'une même lactation, il y a variation qualitative et quantitative de la production de lait.

Qualité du lait (D.GRIESS, I980, NP, 69)

- matières grasses : 60 ⟶ 90 g/l
- énergie : I000 Kcal ⟶ I400 Kcal/l

Quantité de lait

(cf courbe de lactation)

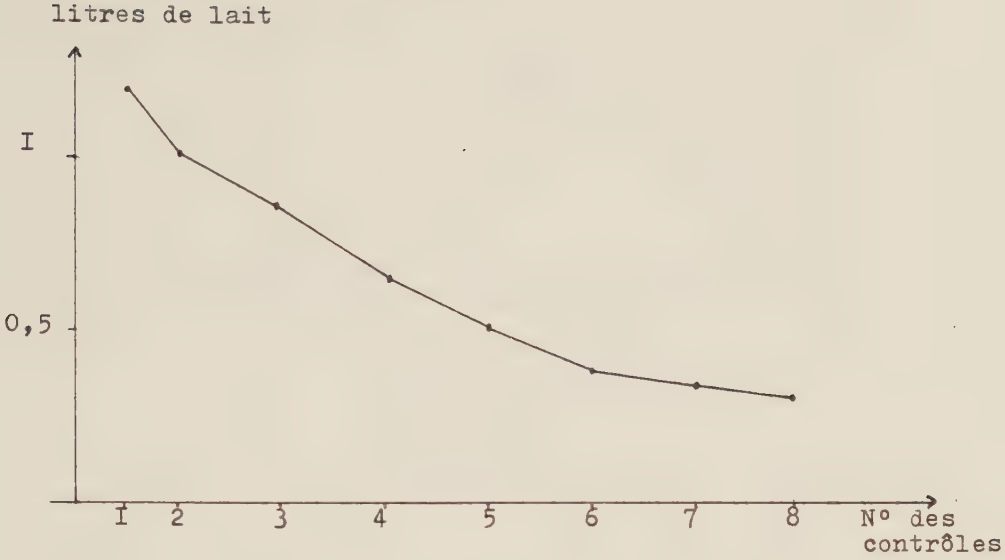


FIG N°I6 : COURBE DE LACTATION D'UNE BREBIS (adulte Lacaune)
(J.M DURAND, I972,45 bis)

Ier contrôle : 5 jours après le début de la traite - Périodicité des contrôles : tous les 30 jours - dernier contrôle : tarissement I5 jours plus tard.

B - LES BESOINS ALIMENTAIRES

I - Les besoins en énergie

Trois grandes périodes dans la vie d'une brebis :

- l'entretien
- la gestation
- la lactation.

Pour chacune d'elles, les besoins énergétiques s'expriment en UFL (Unité Fourragère Lait).

a) l'entretien

- En bergerie.

La valeur retenue comme besoin énergétique d'entretien est la suivante (X, INRA, I978, 2I3) :

- 95 kcal EM/kg $PV^{0,75}$
- 26 g MOD/kg $PV^{0,75}$
- 0,033 UFL/kg $PV^{0,75}$

avec EM : énergie métabolisable
MOD : matière organique digestible
PV : poids vif

(cf tableau page suivante)

Références pour les tableaux n°45 et 46

I Wallace (I948) - 2 Coop (I962) - 3 Lambourne et Reardon (I963) - 4 Langlands et al (I963) - 5 Doney et Russel (I968) 6 Robinson et al (I97I) - 7 Garret et al (I959) - 8 Rattray et al (I974) - 9 Russel et Doney (I969) - I0 Robinson et al (I97I) - II Van Es (I972) - I2 Coop et Hill (I962) - I3 Grimes (I966) - I4 Young et Corbett (I972) - I5 Langlands (I977) -

tableau n°45

METHODE DE CALCUL		REFERENCE	RACE	BESOINS EXPRIMES	K cal EM/kg $P^{0,75}$
ESSAIS D'ALIMENTATION EN CASES INDIVIDUELLES	Relations entre variation de poids et quantité d'énergie ingérée	I	Halfbred	472 g MOD/45,4 kg	90,5
		2	Carriedale et Romney (50 kg)	4I7 g MOD/45,4 kg	87,2
		3	Merinos (27 à 45 kg)	20,6 g MOD/kg $P^{0,75}$	75,2
		4	Shetland		
			Blackface	358 g MOD/45,4 kg	74,2
			Sulffolk (25 à 90 g)	372 g MOD/45,4 kg	77,7
			Cheviot et croisements		
		5	Romney (74 kg)	8,43 g MOD/kg	89,I
			Blackface (55 kg)	9,I6 g MOD/kg	90,2
			Merinos (39 kg)	I3,95 g MOD/kg	I28,I
		6	Cheviot (78kg)	24,6 g MOD/kg $P^{0,75}$	89,8
	Abattages successifs	7	Rambouillet et Carriedale (32 kg)	30,7 g MOD/kg $P^{0,75}$	II2, 0
		8	Targhee (54 kg)	35,0 g MOD/Kg $P^{0,75}$	I27,6
	Utilisation des taux d'acides gras non estérifiés et corps cétoniques sanguins.	9	Romney (74 kg)	8,95 g MOD/kg	94,5
			Blackface (55kg)	9,96 g MOD/kg	99,6
			Merinos (39 kg)	I2,87 g MOD/kg	II7,5
		I0	Cheviot (78 kg)	25 g MOD/kg $P^{0,75}$	9I,2

suite tableau n° 45

Mesure du métabolisme à l'état de jeûn	II	Moyenne de résultats bibliographiques	20,8 g MOD/kg $P^{0,75}$	76,0
Valeur retenue comme besoin énergétique d'entretien				95,0

TABLEAU N° 45 : BREBIS - BESOINS ENERGETIQUES A L'ENTRETIEN EN BERGERIE

(-X, INRA, 1978,213)

- Brebis à l'extérieur .

Au pâturage, les résultats sont plus variables et généralement plus élevés. En conditions moyennes, une valeur de I25 % des besoins d'entretien précédemment définis est retenue, valeur qui devra être diminuée pour un pâturage intensif ou une herbe abondante et augmentée dans des conditions extensives ou avec une herbe raréfiée.

METHODE DE CALCUL	Références	RACE	BESOINS	
			gMOD/kg $P^{0,75}$	Kcal EM/KGP
Régression des variations de poids vif par rapport aux quantités ingérées	I2	-Romney	38,3	I43,5
		-Romney, Border Leicester et croisements	42,I	I58,0
		-Romney	35,2	I3I,9
	3	Merinos (27 à 45 kg)	58,0	2I7,5
	4	Diverses (25 à 90 kg)	26,4	96,0
	I3	Dorset-Horn x Merinos	33,7	I26,0
	I4	Merinos (45 kg)	35,2	I32,2
	I5	Merinos	38,7	I34,9

TABLEAU N°46: BREBIS - BESOINS ENERGETIQUES A L'ENTRETIEN A L'EXTERIEUR - (X, INRA, I978, 2I3)

b) la gestation

L'énergie métabolisable utilisée pour le développement des produits de la conception a un rendement de I3 % environ ; à partir de là, il est possible de calculer le besoin strict de gestation :

- 75 kcal EM/kg de foetus à terme à - 45 jours de l'agnelage
- I45 kcal EM/kg de foetus à terme à - 30 jours de l'agnelage
- 245 kcal EM/Kg de foetus à terme à - I5 jours de l'agnelage

(X, INRA, I978, 2I3)

Références	Race	Besoins (kg Cal d'EM/kg de foetus à terme/j) à			
		- 2	- I,5 mois avant	- I l'agnelage	- 0,5
I	Border Leicester x Cheviot	-	-	-	~ 220
2	Western Whitefaced	-	-	300 (I foetus) 283 (2 foetus)	
3	Scottish Blackface	-	-	-	365
4	North Country Cheviot	I30	I40	I65	3I0
5	Limousine	-	-	I20	
Estimation moyenne		35	75	I45	245

références : I - Reid et Hinks (I962) - 2 Gardner et Hogues (I963) 3 Russel et al (I967) - 4 Robinson et al (I97I) - 5 Tissier et al

TABLEAU N°47 : BREBIS - BESOINS ENERGETIQUES DE GESTATION (X, INRA, I978, 2I3)

Cependant, par ses réserves corporelles propres, la femelle gestante peut tenter de régulariser le déséquilibre apports alimentaires-besoins physiologiques. En effet, le foetus utilisant le glucose maternel comme principale source d'énergie, la mère peut répondre à cette dépense supplémentaire par la néoglucogénèse (synthèse de glucides à partir des réserves corporelles).

En cas d'apport alimentaire insuffisant, les acides gras libérés par la néoglucogénèse sont utilisés par la brebis pour satisfaire ses besoins d'entretien; mais, si la sous alimentation est trop importante, la quantité d'acides gras libérés augmente pour aboutir à la toxémie de gestation. La mobilisation des réserves pour couvrir la dépense énergétique en fin de gestation n'est, donc, possible que dans la mesure où elle est limitée en quantité et en durée, et que des réserves en quantité suffisante sont disponibles à l'approche du dernier tiers de la gestation.

En conclusion, le besoin alimentaire supplémentaire de gestation est fixé à un niveau inférieur au besoin strict (X, INRA, I978, 2I3) :

- A - 45 jours : 50 kcal EM/kg de foetus à terme/jour
  0,00I7 UFL/...../.....
- A - 30 jours : I25 kcal EM/Kg de foetus à terme/jour
  I4,34 g MOD/...../....
  0,044 UFL /...../.....
- A - I5 jours : 200 kcal EM/kg de foetus à terme/jour
  55 g MOD /...../....
  0,070 UFL/...../....

c) La Lactation

Remarquons avant tout que certains auteurs (COOP I962 et TREACHER I974, in 2I3) accordent une augmentation

de IO-I5 % du besoin d'entretien en relation avec l'accroissement du métabolisme lié à la production laitière.
Lebesoin énergétique strict de lactation repose sur la connaissance du contenu énergétique du kilogramme de lait d'une part, et du rendement d'utilisation de l'EM pour la production de lait d'autre part.

Le rendement est estimé à 60 % environ(X, INRA, I978, 2I3).

Le contenu énergétique du lait subit des variations importantes en fonction du stade de la lactation, autant pour les brebis traites (mesuré pour la production de Roquefort) que pour les brebis allaitantes (calculé).

	Taux de matières grasses (°/oo)	Taux de matières azotées (°/oo)	Energie (kcal/kg)	Besoins (UFL/kg)
e mois de raite	63,9	49,7	I050	0,6I
e mois de raite	72,2	58,6	II80	0,68
e mois de raite	93,4	68,4	I430	0,83

BREBIS TRAITES

	Energie (kcal/kg)	Besoin (/kg de lait)		
		Kcal d'EM	g de MOD	UFL
e mois de lac-ation	II00	I830	500	0,64
e mois de lac-ation	I050	I750	480	0,6I

BREBIS ALLAITANTES.

TABLEAU N°48 : COMPOSITION ENERGETIQUE DU LAIT - VARIATIONS

(d'après Cottier, communication personnelle et Tissier et al, I977, NP, in 2I3)

d) variations du poids vif

Pendant les trois premières semaines de lactation, les besoins énergétiques d'une brebis allaitante ne sont jamais couverts, même avec d'excellents fourrages. Ce déficit énergétique est complé par la mobilisation des réserves corporelles, d'où une perte de poids plus ou moins importante de l'animal. Ces réserves devront être reconstituées, soit à la fin de la lactation si celle-ci dure I0 - I2 semaines, soit après le sevrage des agneaux à 6-8 semaines.

De même, les brebis traites de Roquefort, du fait de l'apport alimentaire à forte concentration énergétique durant la lactation gagnent en poids environ I50 g/jour durant cette période (X, INRA, I978, 2I3).

C'est pourquoi, il importe de connaître ces variations de poids ainsi que la valeur énergétique qu'elles représentent.

(cf tableau page suivante.)

fé-nces	RACE	Variation de poids (g/j)	Energie (kcal/kg)	Composition du gain (%)		
				eau	MG	protéines
I	Brebis Merinos perdant puis gagnant du poids	gains + 60	5660	34	56	I0
		+ 39	4660	43	42	I5
		Pertes :				
		- 53	6450	23	62	I5
		- 70	5520	33	52	I5
2	Brebis Blackface gestantes	Pertes : - 50	5055	39	42	I9
3	Brebis Merinos	Gains	4770	-	-	-

TABLEAU N°49 : BREBIS - VALEUR ENERGETIQUE DES VARIATIONS DE POIDS VIF (INRA, X, I978, 2I3)

Références : I Farell et al (I972) - 2 Russel et al (I968)
3 Langland et Sutherland (I969)

Malgré l'hétérogénéité de ces résultats, la valeur moyenne suivante est retenue :

- 5 500 kcal/kg de gain ou de perte de poids.

En conclusion :

- un gain de poids de I00 g nécessite un apport de 0,32 UFL $\left(\frac{550}{I730}\right)$
- une perte de poids de I00 g (en se référant au rendement d'utilisation de l'énergie corporelle (80 %)) correspond à la couverture de : 0, 25 UFL $\left(\frac{550 \times 80\ \%}{I730}\right)$

2 - Les besoins en azote

Deux données importantes pour exprimer le besoin azoté :

- Matière azotée digestible (MAD) : quantité de matières azotées ingérées diminuée de la quantité de matières azotées excrétées dans les fécès.

MAD = MAT (matière azotée totale) x d (digestibilité)

- Protéines réellement digestibles dans l'intestin grèle (PDI) :

. PDIA : PDI d'origine alimentaire qui n'ont pas été dégradées dans le rumen

. PDIM : PDI d'origine microbienne.

. Chaque aliment est caractérisé par une valeur de PDIA et deux valeurs de PDIM :

- celle qui est permise par sa teneur en énergie fermentescible dans le rumen, proportionnelle à sa teneur en MOD (matières organique digestible) : PDIME

- celle qui est permise par sa teneur en matières azotées fermentescibles dans le rumen : PDIMN.

. Chaque aliment a différentes valeurs PDIM selon la composition et la quantité des autres aliments entrant dans la ration, mais elles sont calculées dans chaque situation, à partir des deux valeurs PDIME et PDIMN. De fait, la valeur azotée réelle de l'aliment peut être calculée à partir de deux valeurs suivantes :

PDIE = PDIA + PDIME (permise par sa teneur en MOD)
PDIN = PDIA + PDIMN (permise par sa teneur en MAT)

a) l'entretien

Le besoin azoté à l'entretien s'exprime par : (X, INRA, I978, 2I3)

$$\underline{Y} = 2,I38 + I0,935\ X \quad \text{avec } R^2 = 0,89$$

(Y : apports MAD en g/kg $PV^{0,75}$
(X : N retenu en g/kg $PV^{0,75}$

Cependant, à ce besoin d'entretien, s'ajoute celui nécessaire à la pousse de la laine qui a été estimé à 0,75 N/jour en moyenne pour les brebis de races françaises (60 kg), soit : 0,035 g N retenu sous forme de laine par kg $PV^{0,75}$ et par jour. Cette quantité journalière portée dans la relation précédente mène à la valeur de : 2,52 g MAD/kg $PV^{0,75}$ pour le besoin d'entretien, laine comprise.
Soit pour une brebis de 60 kg : 54 g MAD/J.
Exprimée en PDI, cette relation devient : (X, INRA, I978,2I3)

$$\underline{Y} = 2,224 + II,832\ X \quad \text{avec } R^2 = 0,90$$

qui conduit à une valeur de :
2,64 g PDI/kg $PV^{0,75}$/j.

Pour une brebis de 60 kg : 57g PDI/J.

b) la gestation

Deux données importantes :
- l'apport azoté supplémentaire nécessaire à la gestation
- le rendement de l'utilisation métabolique de cet apport à partir des protéines fixées (azote retenu x 6,25) dans les tissus maternels et les produits de la conception.

On arrive, alors, à la relation exprimée en PDI, suivante :

$Y = 2{,}362 + 10{,}634\ X$ avec $R^2 = 0{,}41$

et à un rendement de l'utilisation métabolique des PDI de : 58,7 % (arrondi à 60 %). Les besoins de gestation sont calculés en appliquant ce rendement aux protéines fixées au niveau de l'utérus durant les 3 dernières quinzaines de la gestation.

Ainsi, sont obtenues les valeurs consignées dans le tableau n° 50 , valeurs auxquelles il convient d'ajouter le besoin d'entretien.

	- 45 J	- 30 J	- 15 J
PDI (g/j)	14	23	35
MAD (g/j)	17	28	42

pour un foetus de 4 kg à terme

	- 45 J	- 30 J	- 15 j
PDI (g/j)	27	44	67
MAD (g/j)	32	53	80

pour deux foetus de 6,6 kg à terme

TABLEAU N° 50 : BREBIS - BESOINS AZOTES DE GESTATION
(d'après, X, INRA, 1978, 213)

c) La lactation

Le rendement de l'utilisation des PDI et des MAD Pour la lactation a été déduit de celui des vaches laitières :

(Rendement de l'utilisation métabolique des PDI pour le (lait : 67 %

(Rendement de l'utilisation métabolique des MAD pour le (lait : 56 %

	Ier mois	4ème mois	8ème mois
PDI (g/j)	75	88	I02
MAD (g/j)	89	I04	I22

brebis traite

	Ier mois	2ème mois
PDI (g/j)	88	75
MAD (g/j)	I04	89

brebis allaitante

TABLEAU N° 5I : BREBIS - BESOINS AZOTES DE LACTATION (par kg de lait) (d'après X, INRA, I978,2I3)

d) variation du poids vif

Les gains de poids, dont I2 % sont des protéines, correspondent à un besoin azoté de (X, INRA, I978, 2I3) :

- 22 g PDI /I00 g de gain
- 24 g MAD/I00 g de gain

en admettant un rendement de l'utilisation métabolique de 55 % pour les PDI et 50 % pour les MAD.

Les pertes de poids correspondent aux mêmes besoins azotés, soit :

- 22 g PDI/I00 g de perte
- 24 g MAD/I00 g de perte.

3 - Les besoins en minéraux

a) Calcium et phosphore

- Entretien

Pour une brebis de 60 kg à l'entretien, ou en début de gestation, l'apport doit être de :

(4 g/j de Ca
(3 g/j de P. (X, INRA, I978, 2I3)

Cependant, une brebis est rarement à l'état d'entretien strict (besoins de gestation, de lactation, de reconstitution des réserves osseuses), ces valeurs doivent donc être considérées comme des valeurs minimales.

- Gestation.

Les besoins augmentent très vite en fin de gestation (surtout durant le dernier mois).

Ainsi, pour une brebis de 60 kg, à prolificité moyenne, les apports seront de (X, INRA, I978, 2I3) :

(I0 g/j de Ca
(4,5 g/j de P.

Ils seront même plus importants dans un élevage intégrant deux agnelages par an : (X, INRA, I978, 2I3)

(I2 g/j de Ca
(5g/j de P.

- Lactation.

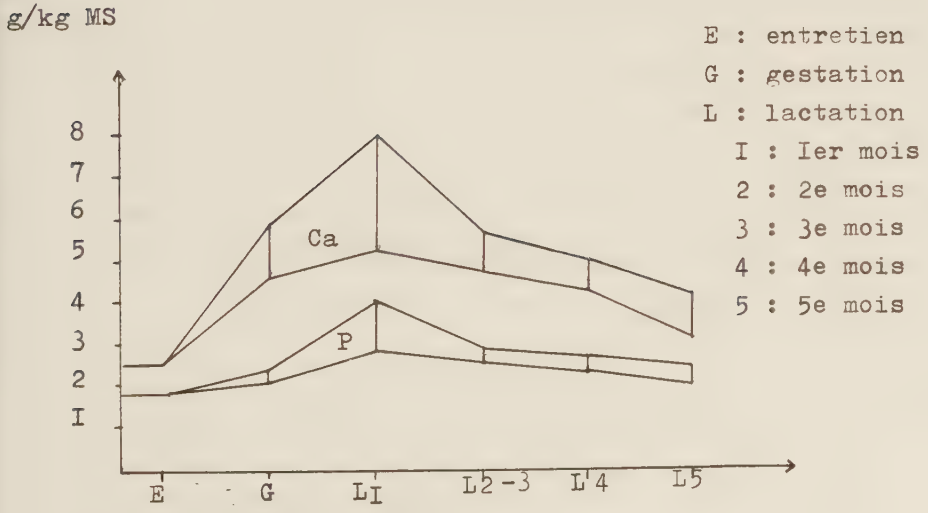
Les apports nécessaires à la même brebis de 60 kg, en lactation, varient en fonction de la production laitière : (X, INRA, I978, 2I3)

(8 à I7 g/j de Ca
(4,5 à 8,5 g/j de P.

Notons qu'ils devront être très élevés durant le premier mois pour permettre d'atténuer sinon d'éviter la déminéralisation osseuse.

- Conclusion

FIG N°I7 : BREBIS - TENEURS EN CALCIUM ET PHOSPHORE NECESSAIRES DANS LA RATION SECHE DE LA BREBIS (X, INRA, I978, 2I3)



b) Magnésium, potassium et sodium

	Mg	K	Na
Entretien	I,o	2,0	I,0
fin de gestation	I,5	3,0	I,5
lactation Ier mois	I,5 - 2,3	3,0 à 5,0	I,4 - I,9
Lactation 2e - 3e mois	I,5	3,0	I,5
Lactation 4e - 5e mois	I,5	2,5	I,3

TABLEAU N° 52 : BREBIS - APPORTS NECESSAIRES EN Mg,K et NA POUR UNE BREBIS DE 60 KG (g/j)
(X, INRA, I978, 2I3)

c) soufre

Bien que l'ovin ait des besoins spécifiques particuliers en soufre (pousse de la laine) l'apport doit se limiter à (X, INRA, I978, 2I3) :

2,0 g/kg PV/j.

4 - Récapitulatif

a) l'entretien

L'entretien correspond aux périodes de repos et aux trois premiers mois de gestation.

IDS TEN ULTE g)	VARIATION DE POIDS (kg/mois)	APPORT JOURNALIER					CAPACITE D'INGESTION (UE)
		UFL	PDI (g)	MAD (g)	Ca (g)	P (g)	
kg	- 2	0,46	36	33	)	)	)
	- I	0,54	43	40	)	)	)
	0	0,62	50	47	) 3,5	) 2,5	) I,8
	+ I	0,73	57	54	)	)	)
	+ 2	0,84	64	6I	)	)	)
kg	- 2	0,55	43	40	)	)	)
	- I	0,63	50	47	)	)	)
	0	0,7I	57	54	) 4,0	) 3,0	) 2,0
	+ I	0,82	64	6I	)	)	)
	+ 2	0,93	7I	68	)	)	)
kg	- 2	0,64	50	47	)	)	)
	- I	0,72	57	54	)	)	)
	0	0,80	64	6I	) 4,5	) 3,5	) 2,3
	+ I	0,9I	7I	68	)	)	)
	+ 2	I,02	78	75	)	)	)

TABLEAU N° 53 : BREBIS - BESOINS D'ENTRETIEN

(D. GRIESS et P.PARAGON, I979-80, NP, 70)

b) la gestation (6 dernières semaines)

TABLEAU N° 54

POIDS MOYEN ADULTE	PROLIFICITE	POIDS DE LA PORTEE (kg)	SEMAINES AVANT LA MISE BAS	APPORTS JOURNALIERS					CAPACITE D'INGESTION (UE)
				UFL	PDI (g)	MAD (g)	Ca (g)	P (g)	
50 kg	I,0	4	0 à - 2	0,90	85	89	8,7	3,8	I,60
			- 2 à - 4	0,80	73	75	8,7	3,8	I,70
			- 4 à - 6	0,69	64	65	6,0	3,2	I,80
	I,3	4,9	0 à-2	0,96	95	IOI	9,5	4,0	I,55
			- 2 à - 4	0,84	80	83	9,5	4,0	I,65
			- 4 à - 6	0,70	68	69	6,4	3,4	I,75
	I,6	5,8	0 à -2	I,03	I06	II5	I0,5	4,2	I,50
			- 2 à - 4	0,88	87	92	I0,5	4,2	I,60
			- 4 à - 6	0,70	7^2	74	6,9	3,5	I,70
	I,9	6,6	0 à - 2	I,08	I06	I27	II,4	4,5	I,45
			- 2 à - 4	0,9I	94	I00	II,4	4,5	I,55
			- 4 à - 6	0,73	77	79	7,3	3,5	I,65
	2,2	7,3	0 à - 2	I,I3	I26	I38	I2,5	4,8	I,40
			- 2 à - 4	0,94	I00	I07	I2,5	4,8	I,50
			- 4 à - 6	0,74	80	83	7,6	3,6	I,60
60 kg	I,0	4,4	0 à - 2	I,02	97	I0I	9,4	4,3	I,80
			- 2 à - 4	0,90	83	85	9,4	4,3	I,90
			- 4 à - 6	0,78	73	73	6,7	3,7	2,00
	I,3	5,4	0 à - 2	I,09	I08	II6	I0,2	4,5	I,75
			- 2 à - 4	0,95	9I	95	I0,2	4,5	I,85
			- 4 à - 6	0,80	77	79	7,7	3,8	I,95
	I,6	6,3	0 à - 2	I,I5	I20	I29	II,I	4,7	I,70
			- 2 à - 4	0,99	98	I04	II,I	4,7	I,80
			- 4 à - 6	0,82	82	84	7,8	3,9	I,90
	I,9	7,2	0 à - 2	I,21	132	I44	I2,0	5,0	1,65
			- 2 à - 4	I,03	I06	II3	I2,0	5,0	I,75
			- 4 à - 6	0,83	87	90	8,0	4,0	I,85

	2,2	7,9	0 à - 2 - 2 à - 4 - 4 à - 6	I,26 I,06 0,84	I4I II2 9I	I55 I2I 94	I2,8 I2,8 8,2	5,2 5,2 4,I	I,60 I,70 I,80
70 kg	I,0	4,8	0 à - 2 - 2 à - 4 - 4 à - 6	I,I4 I,0I 0,88	I08 93 82	II4 96 82	9,2 9,2 6,5	4,3 4,3 3,7	2,00 2,I00 2,20
	I,3	5,9	0 à - 2 - 2 à - 4 - 4 à - 6	I,2I I,06 0,90	I22 I02 87	I30 I07 89	I0,0 I0,0 6,9	4,5 4,5 3,9	I,95 2,05 2,15
	I,6	6,9	0 à - 2 - 2 à - 4 - 4 à - 6	I,28 I,I0 0,92	I35 III 92	I46 II7 94	II,0 II,0 7,4	4,7 4,7 4,0	I,90 2,00 2,I0
	I,9	7,8	0 à - 2 - 2 à - 4 - 4 à - 6	I,35 I,I4 0,93	I47 II9 97	I60 I26 I0I	II,9 II,9 7,8	5,0 5,0 4,0	I,85 I,95 2,05
	2,2	8,6	0 à - 2 - 2 à - 4 - 4 à - 6	I,40 I,I8 0,95	I58 I26 I0I	I74 I35 I06	I3,0 I3,0 8,I	5,3 5,3 4,I	I,80 I,90 2,00

TABLEAU N° 54 : BREBIS - BESOINS DE GESTATION

(D.GRIESS ET P.PARAGON,I979,80,NP, 70)

c) lactation

POIDS MOYEN ADULTE (kg)	VARIATIONS DE POIDS DE LA		A P P O R T S JOURNALIERS					CAPACITE D'INGEST (UE)
	Portée (g/j)	Mère (kg/mois)	UFL	PDI (g)	MAD (g)	Ca (g)	P (g)	
50 kg	I50	0	I,26	I38	I5I	9,5	5,0	I,6 - 2,
		- I	I,I8	I3I	I44			
		- 2	I,09	I24	I37			
	250	0	I,52	I73	I9I	I2,0	6,0	I,7 - 2,
		- I	I,43	I66	I84			
		- 2	I,35	I59	I77			
	350	0	I,77	208	234	I4,5	7,0	I,9 - 2,
		- I	I,69	20I	227			
		- 2	I,6I	I94	220			
	450	0	2,09	252	287	I6,5	8,0	2,0 - 2,
		- I	2,0I	245	280			
		- 2	I,92	238	273			
60 kg	200	0	I,48	I63	I79	I0,0	5,5	I,8 - 2,
		- I	I,40	I56	I72			
		- 2	I,3I	I49	I65			
	300	0	I,74	I98	22I	I2,0	6,5	I,9 - 2,
		- I	I,66	I9I	2I4			
		- 2	I,58	I84	207			
	400	0	I,99	233	262	I4,5	7,5	2,I - 2,
		- I	I,9I	226	255			
		- 2	I,83	2I9	248			
	500	0	2,30	270	3I7	17,0	8,5	2,2 - 2,
		- I	2,22	263	3I0			
		- 2	2,I3	256	303			
70 kg	250	0	I,70	I87	206	I3,0	7,0	2,0 - 2
		- I	I,62	I80	I99			
		- 2	I,53	I73	I92			
	350	0	I,95	222	248	I5,5	8,0	2,I - 2,
		- I	I,87	2I5	24I			
		- 2	I,79	208	234			
	450	0	2,27	266	300	I7,5	9,0	2,3 - 2,
		- I	2,I9	259	293			
		- 2	2,I0	252	286			
	550	0	2,66	3I9	363	I9,5	I0,0	2,4 - 2,
		- I	2,58	3I2	356			
		- 2	2,50	305	349			

TABLEAU N° 55: BREBIS - BESOINS DURANT LES 5 PREMIERES SEMAINES (D.GRIESS et P.PARAGON, I979-80, NP,70)
UE : Unité d'encombrement.

STADE DE LACTATION (production Lait)	VARIATION DE POIDS (kg/mois)	APPORTS JOURNALIERS					CAPACITE D'INGESTION (UE)
		UFL	PDI (g)	MAD (g)	Ca (g)	P (g)	
2e - 3e mois (Ikg/ jour)	- I	I,I5	II8	I29	9,5	5,0	2,4
	0	I,23	I25	I36			
	+ I	I,34	I32	I43			
	+ 2	I,45	I39	I50			
4e mois (0,8 kg/ jour)	- I	I,07	III	I20	8,5	4,5	2,5
	0	I,I5	II8	I27			
	+ I	I,26	I25	I34			
	+ 2	I,37	I32	I4I			
5e mois (0,4 kg/j)	- I	-	-	-	6,0	3,5	2,5
	0	0,89	85	89			
	+ I	I,00	92	96			
	+ 2	I,II	99	I03			
2e - 3e mois (I,25 kg/j)	- I	I,40	I44	I58	I2,0	6,0	2,6
	0	I,48	I5I	I65			
	+ I	I,59	I58	I72			
	+ 2	I,60	I65	I79			
4e mois (0,9 KG/j)	- I	I,22	I26	I37	I0,0	5,5	2,7
	0	I,30	I33	I44			
	+ I	I,4I	I40	I5I			
	+ 2	I,52	I47	I58			
5e mois (0,6 kg/j)	- I	-	-	-	8,0	4,5	2,7
	0	I,I2	II0	II6			
	+ I	I,23	II7	I23			
	+ 2	I,34	I24	I30			
2e - 3e mois (I,5 kg/j)	- I	I,63	I69	I87	I3,5	7,0	2,8
	0	I,7I	I76	I94			
	+ I	I,82	I83	20I			
	+ 2	I,93	I90	208			
4e mois (I,0 kg/j)	- I	I,38	I42	I54	II,0	6,0	2,9
	0	I,46	I49	I6I			
	+ I	I,57	I56	I68			
	+ 2	I,68	I63	I75			
5e mois (0,8 kg/j)	- I	-	-	-	I0,0	5,5	2,9
	0	I,34	I34	I44			
	+ I	I,45	I4I	I5I			
	+ 2	I,56	I48	I58			

TABLEAU N°56 : BREBIS - BESOINS EN FIN DE LACTATION
(D.GRIESS ET P.PARAGON, I979, 80, NP, 70)

Rq : Unité d'encombrement (UE) (X, INRA, I978 2I3) Par définition, la jeune herbe de pâturage qui a une ingestibilité de 75 g/kg PV 0,75 chez le mouton en fin de croissance et une digestibilité d'environ 0,80 pour la matière organique, à une valeur d'encombrement de I UE.

C - RATIONNEMENT DE LA BREBIS

I - Données théoriques

Trois périodes critiques :
- la période de lutte
- la gestation
- la lactation.

a) Période de lutte

Cette période correspond aux phénomènes d'ovulation, de fécondation et de nidation, dont dépend la productivité du troupeau et pour lesquels l'alimentation joue un rôle prépondérant (X, INRA, I978, 2I3).
Le flushing (augmentation de l'apport alimentaire, notamment en énergie) permet:

. d'augmenter le taux d'ovulation de 0,2 points
. de diminuer le taux de mortalité embryonnaire.

Il intervient trois semaines avant et trois semaines après le début de la lutte. Cette augmentation énergétique peut être réalisée soit par un apport de céréales (400 - 500 g pour les brebis maigres, 200 - 300 g pour les brebis en bon état), soit, dans le cadre d'un élevage strict à l'herbe, par une diminution de la charge en animaux à l'hectare, ce qui induit un accroissement du niveau d'ingestion (D.GRIESS, I980, NP, 69).

b) gestation

Il s'agit d'une période critique pour la brebis puisque, alors que ses besoins augmentent, sa capacité d'ingestion diminue (et ce d'autant plus que le nombre de foetus est élevé). Ainsi, les fourrages de bonne qualité seront réservés aux brebis à l'approche de l'accouchement, les apports alimentaires devant permettre des gains de poids de 5,9 et I2 kg durant les deux derniers mois de la gestation de brebis portant respectivement I,2 ou 3 agneaux (D. GRIESS, I980, NP, 69).

Pour les autres périodes de reproduction (milieu de gestation, lactation, périodes de repos), il est possible d'envisager un système de reports de nutriments par les réserves corporelles, reports se traduisant par une succession de phases de mobilisation et de réplétion de ces réserves corporelles en fonction de l'apport alimentaire. Cependant, un tel système doit respecter les deux règles impératives suivantes (X, INRA, I978, 2I3) :

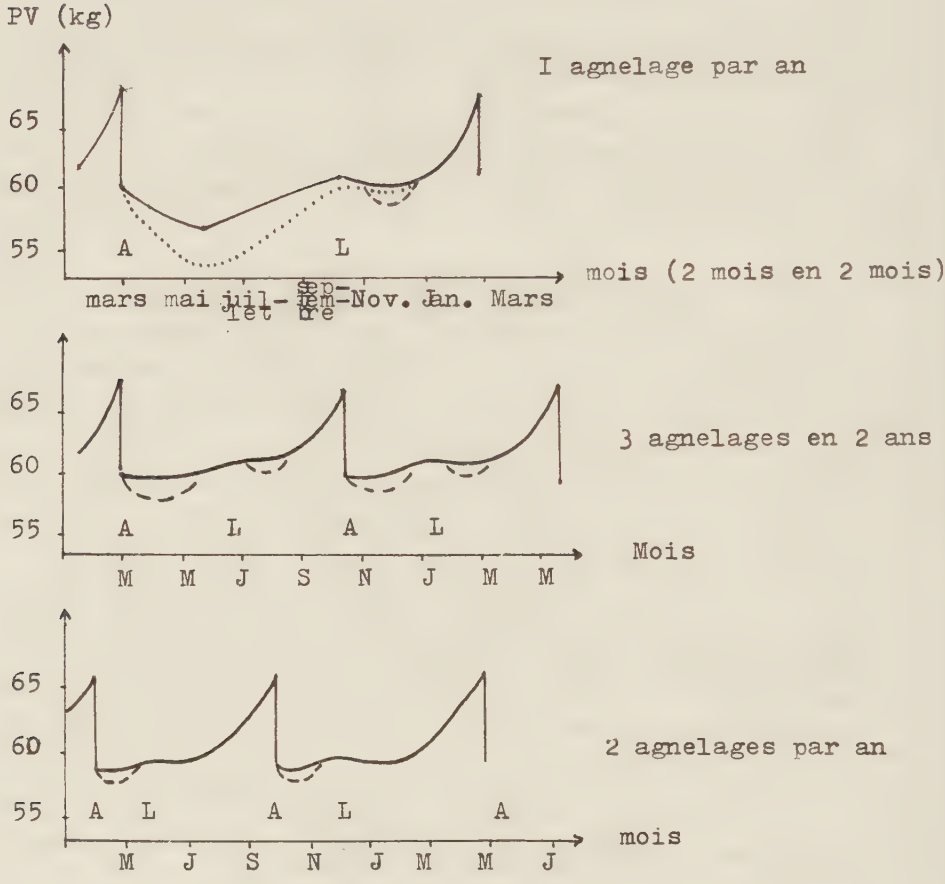
- le poids d'une brebis adulte à la fin d'un cycle de reproduction ne devra jamais être inférieur à son poids au début du cycle ; celui des brebis au Ier et 2ème agnelage devra même augmenter de I0-I5 % de manière à respecter leurs croissances.
- les variations de poids seront d'autant plus faibles que l'intervale entre deux agnelages sera plus petit.

Ainsi, une brebis accouchant une fois par an peut perdre 2 kg et plus de poids vif par mois durant les 3 mois de lactation ; en début de gestation, son poids peut, de même, diminuer de I-2 kg, sans alterer la productivité ultérieure de l'animal, si, au cours des deux derniers mois, l'apport alimentaire permet de compenser cette

perte initiale.

Une brebis mettant bas plus fréquemment (tous les 6 à 8 mois) peut aussi perdre du poids à certaines périodes de son cycle de reproduction (X, INRA, I978, 2I3) :

- I - 2 kg/mois en début de lactation.



A : agnelage — variation de I à 2 kg/mois

L : lutte — variation de plus de 2 kg/mois

FIG. N°I8 : BREBIS - EVOLUTION POSSIBLE DU POIDS VIF AU COURS DE L'ANNE (X, INRA, I978, 2I3)

Rq : une brebis, au cours de ses deux premiers cycles de reproduction doit poursuivre sa croissance et c'est pourquoi, les apports énergétiques et azotés doivent être, par rapport à une brebis adulte, augmenter de :
- 20 % en Ier cycle de reproduction
- IO % en 2e cycle de reproduction
(X, INRA, I978, 2I3)

c) lactation

Le Début de la lactation se traduit par une perte de poids, qui doit être compensée pour recommencer un cycle de reproduction . Cette perte est de :

- 2 kg/mois pour un agnelage par an
- I kg/mois pour augmenter le rythme de reproduction.

Notons que la brebis Lacaune (Roquefort) doit gagner du poids pour maintenir sa production laitière à un niveau satisfaisant ; ainsi alors que d'autres brebis (Awassi par exemple) produisent presque 2 fois plus de lait en perdant 5-8 kg de poids vif, la brebis Lacaune doit gagner plus de I2 kg durant la même période. Il s'agit d'un problème particulier à la brebis Lacaune, sans doute lié à un facteur génétique.

(cf tableau n°57 page suivante).

NATURE DU BESOIN	APPORTS		
	UFL	MAD (g/j)	PDI (g/j)
Entretien 60 kg	0,7I	54	57
70 kg	0,80	6I	64
80 kg	0,88	67	70
Gains de poids (I00 g/j)	0,32	24	22
Production laitière (pour I kg de lait)			
Ie mois de traite	0,6I	89	75
4e mois de traite	0,68	I04	88
8e mois de traite	0,83	I22	I02

TABLEAU N° 57 : BREBIS - ELEMENTS DE CALCUL DE RATIONS DES BREBIS LAITIERES (X, INRA, I978, 2I3)

2 - Données pratiques

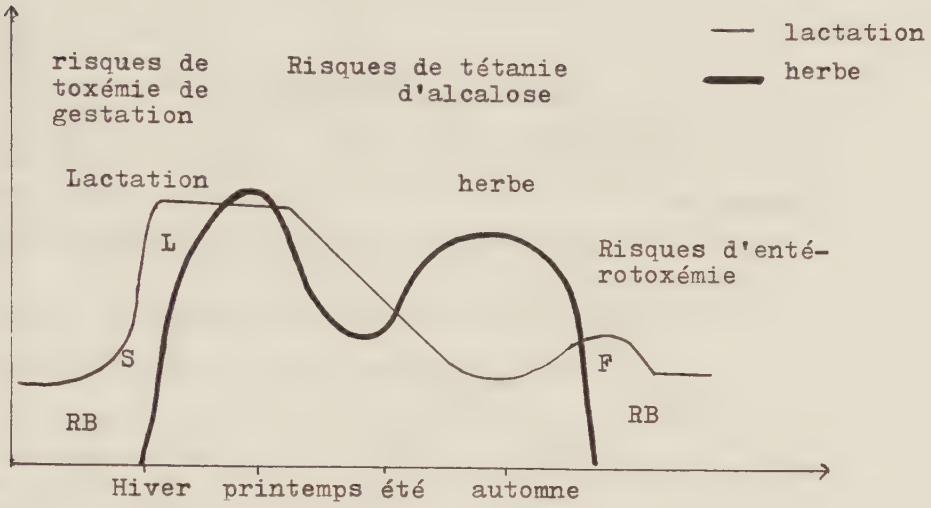
a) Alimentation au pâturage

Deux cycles naturels entrent en jeu :

- le cycle de production de l'herbe
- le cycle de reproduction de la Brebis.

Le but du pâturage est d'essayer de mettre en rapport ces deux cycles, c'est pourquoi, dans le cadre d'un élevage de

plein air, la mise bas a lieu au printemps, au moment de la flambée de l'herbe.



S : steaming (concentré à 110 MAD/UF)
F : Flushing (concentré à 80 MAD/UF)
L : concentré de production à 160 MAD/UF
RB : ration de base (foin)

FIG. N° 19 : BREBIS - CYCLE DE L'HERBE ET CYCLE DE LA BREBIS (D.GRIESS, 1980, NP, 69)

b) Exemple de calcul de ration

Le calcul d'une ration doit répondre à 4 points :

- appréciation de la composition de l'aliment
- ration de base équilibrée
- appréciation des besoins supplémentaires nécessaires à une production donnée.

- Vérification du.niveau d'ingestion
  - . respect de l'équilibre énergie-protéines
  - . volume de la ration
  - . non toxicité.

- Données du problème

Brebis de 60 kg au moment de la lutte
Période de gestation, au début du 5e mois (entre -4 et - 2 semaines).
Prolificité moyenne du troupeau : 2,2 agneaux/brebis/an
capacité d'ingestion : I,7 UE
Alimentation : Ray Grass d'Italie en pâturage, au Ier cycle.

- Caractéristiques de l'aliment (par kg de MS)

UFL	PDIN (g)	PDIE (g)	MAD (g)	VEF (en UE)
0,98	I09	III	I22	0,96

- Quantité d'aliment ingéré

$$Q = \frac{\text{capacité d'ingestion}}{\text{encombrement}} = \frac{UE}{VEF} = \frac{I,7}{0,96} = I,77 \text{ kg de MS}$$

- Besoins de la brebis

	UFL	PDI (g)	MAD (g)
entretien	0,7I	57	54
gestation	0,35	60	76
Total	I,06	II7	I30

UFL de gestation à poids de la portée à terme environ 7,9 kg
apport nécessaire : 0,044 UFL par kg de foetus - soit : 0,3476 UF.

- Bilan à l'entretien

	UFL	PDI (g)		MAD (g)
		PDIN	PDIE	
apport	I,73	I93	I96	2I6
besoin	0,7I	57		54
bilan	+ I,02	+I36	+ I39	+ I62

les besoins d'entretien sont largement couverts.

- Bilan à la production (gestation)

	UFL	PDI (g)		MAD (g)
		PDIN	PDIE	
apport	I,73	I93	I96	2I6
besoin	I,06	II7		I30
bilan	+ 0,67	+76	+ 79	+ 86

Sur cet exemple, il apparaît que l'herbe choisie et consommée au bon moment, permet de couvrir largement les besoins de gestation de la brebis. Remarquons que, pour la lactation, il en serait de même, mais que, malheureusement, la convergence du besoin maximal de l'animal et de l'apport maximum de la prairie ne concorde pas toujours.

Reprenons alors le même exemple avec un foin et un ensilage de Ray Grass d'Italie récolté au stade épiaison.

- Caractéristiques de l'aliment (par kg de MS)

	MS	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)	MAD (g)	VEF (en UE)
foin	85 %	0,74	50	69	36	I,23
ensilage	2I %	0,84	59	7I	57	I,32

- Quantité d'aliment ingéré

foin : $QF = \frac{UE}{VEF} = \frac{I,7}{I,23} =$ I,38 kg de MS soit I,63 kg de foin

ensilage : $QE = \frac{UE}{VEF} = \frac{I,7}{I,32} =$ I,29 kg de MS soit 6,I5 kg d'ensilage.

- bilan à la production

	UFL	PDI (g) PDIN	PDI (g) PDIE	MAD (g)
apport foin	I,02	69	95	50
apport ensilage	I,08	76	92	73
besoin total (entretien + production)	I,06	II7		I30
bilan foin	- 0,04	- 48	- 22	- 80
bilan ensilage	+ 0,02	- 4I	- 25	- 57

- conclusion

Apporté uniquement sous forme de foin ou d'ensilage, l'herbe est insuffisante pour couvrir le besoin azoté de gestation. Remarquons tout de même que ces aliments permettent de couvrir le besoin d'entretien et une part des besoins de

gestation ; il s'agit donc, au minimum, d'une ration de base intéressante.

III - ALIMENTATION DE L'AGNEAU DE BOUCHERIE

A - BASES THEORIQUES

I - L'agneau est un préruminant

a) Anatomie digestive

L'estomac polygastrique de l'agneau est réduit à la seule caillette, l'agneau est alors considéré comme un animal monogastrique, un préruminant. Cependant, devant le volume très faible de cette caillette, un nombre élevé (25 par jour) de repas est nécessaire à sa bonne alimentation ; ceci est néanmoins compensé par un rendement alimentaire élevé : 55 - 58 % (D.GRIESS, 1980, NP, 69).

b) physiologie digestive

- Transit de l'aliment

La gouttière oesophagienne est un élément anatomo-physiologique permettant de court-circuiter le réticulo-rumen, de manière à ce que le lait passe directement de l'oesophage à la caillette. La fermeture de cette gouttière est due à un phénomène comportemental répondant à des sollicitations subjectives : jusqu'à 5 semaines, tous les liquides

induisent cette fermeture alors que, au-delà de 5 semaines, seuls le lait, les solutions salines à 5 %, ou une forte deshydratation peuvent la provoquer.
Certains facteurs favorisent la fermeture (succion, tétée, stimulation par $CuSO_4$) alors que d'autres l'inhibent (stress par secrétion d'adrénaline,...).

- Coagulation du lait dans la caillette.

Phènomène physiologique permettant la régulation dans le temps des apports nutritifs. Le lait ingéré en une seule fois coagule et diminue donc de volume (le lait contient 8I,6 % d'eau) ; il y a exsudation du lactosérum et précipitation sous forme de fibres longues (caséine entourant la matière grasse).
La réduction de ce précipitat permet, alors, un apport étalé dans le temps des substances nutritives contenues dans le lait.

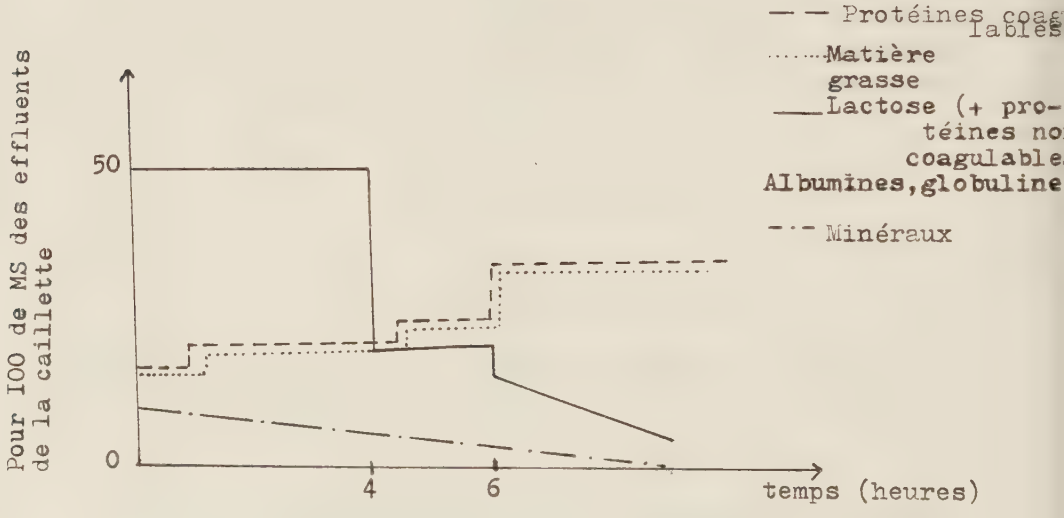


FIG.N° 20 : REDUCTION DU CAILLOT LACTE DANS LE TEMPS
(D.GRIESS, I980, NP, 69)

- Utilisation digestive.

Il s'agit d'étudier l'équipement enzymatique de la caillette, de l'intestin grèle et surtout du pancréas, et donc les possibilités digestives de l'agneau. La secrétion de lactase et de lipase est suffisante dès la naissance. Dès la première semaine, apparaissent la pepsine et l'acide chlorhydrique. Le taux de chymotrypsine est suffisant à la 3e semaine, celui de trypsine augmente jusqu'à 6 semaines.
La synthèse d'amylase débute au bout de 2-3 semaines et devient suffisante à partir de la 5e semaine.
La saccharose est digérée par la flore intestinale dès la 2ème semaine.

Ainsi; - l'amidon n'est digéré totalement qu'à partir de 5 semaines d'âge

- les lipides sont très vite et très bien utilisées.

- les protéines ne sont bien utilisées avant 6 semaines que s'il s'agit des protéines du lait.

2 - Caractères de la croissance

Dans la croissance, il convient de distinguer l'évolution globale de la composition corporelle et la composition du croît.

a) composition corporelle

La croissance obéit à la loi allométrique par laquelle certains organes se développent plus ou moins rapidement que d'autres. Cette loi se traduit par une courbe

dont la pente (α) rend compte de la vitesse de croissance.
L'allométrie est minorante si la vitesse de croissance de l'organe est inférieure à celle du corps tout entier ($\alpha < I$) ; ex : squelette.
L'allométrie est majorante dans le cas contraire ($\alpha > I$) ; ex : tissus adipeux.

Rq : pour le tissu musculaire α est variable, mais est maximum en phase lactée.

b) composition chimique du croît

La teneur en protéines est constante (I6 - I4 % du croît), celle en minéraux aussi (minéralisation du squelette) ; celle en lipides augmente considérablement pour aboutir à près de 80 % du croît en fin de croissance. (D. GRIESS, I980, NP, 69).

B - BESOINS ALIMENTAIRES DE L'AGNEAU DE BOUCHERIE

I - Besoins énergétiques

a) besoins d'entretien (I57;70;2I3)

La valeur généralement retenue est de I00 kcal d'énergie métabolisable (EM) par kg de poids métabolisable et par jour (X, INRA, I978, 2I3) :

- I00 kcal EM/kg $PV^{0,75}$/j.

Les besoins en énergie nette (EN) ont été déduits de cette valeur, sachant que le rendement de l'EM pour l'entretien est de 74 % ; d'où :

$$74 \text{ kcal EN/kg } PV^{0,75}/J.$$

Ainsi, selon le poids vif de l'agneau, on peut préconiser les recommandations en UF suivantes :

PV (kg)	10	20	30	40	50
UF (/agneau/j)	0,26	0,38	0,47	0,53	0,59

TABLEAU N°58 : AGNEAU DE BOUCHERIE - besoin énergétique à l'entretien . (D.GRIESS et P.PARAGON, 1979-80, NP, 70)

soit : 1,5 - 2, UF/100 kg PV/j

b) besoins de croissance

La quantité d'énergie nécessaire au-dessus du besoin d'entretien (Y) pour obtenir 1 kg de poids vif est reliée au poids (P) de l'animal en kg et à son gain de poids vif quotidien (dP) en g/j selon les formules suivantes (X, INRA, 1978, 213) :

- mâle : $Y = 2834 + 197\ P - 17,89\ dP + 0,014\ dP^2$ avec $R^2 = 0,61$
- femelle : $Y = 2743 + 165\ P - 4,04\ dP - 0,011\ dP^2$ avec $R^2 = 0,42$.

Ainsi, l'énergie nécessaire par kilogramme de gain augmente avec le poids de l'animal ; par contre, pour un poids donné, elle diminue lorsque la vitesse de croissance augmente. De plus, les besoins énergétiques pour une femelle

sont supérieurs à ceux des mâles, et d'autant plus que l'animal est plus jeune, donc plus léger.

PV (kg)	20	25	30	35
coût d'un kg de gain d'une agnelle par rapport à celui d'un mâle (%)	I37	I24	II6	III

TABLEAU N° 59 : AGNEAUX DE BOUCHERIE - différence inter-sexuelle - besoins énergétiques de croissance.
(d'après X, INRA, I978, 2I3)

Donc la demande énergétique de croissance varie tout au long de la croissance de l'animal, mais reste comprise entre : 0,I5 et 0,40 UFV/I00 g de GMQ.

Age (mois)	UFV (/I00 g GMQ/j)
I	0,I6
2	0,2I
3	0,27
3 à 5	0,32
5 à 7	0,35 - 0,38

TABLEAU N° 60 : AGNEAUX DE BOUCHERIE - besoins énergétiques de croissance (LEROY, I965, in 70)

Avec une relation $\frac{MAD}{UF}$ (D.GRIESS et P.PARAGON, I979,80, NP, 70)

- de I à 3 mois : I80 - I50
- de 3 à 5 mois : I35
- de 5 à 7 mois : I20
- ultérieurement : 80 - 90

c) besoins énergétiques totaux

PV (kg)	I0	I5	20	25	30	35	40
UFV (/jour)	0,80	0,84	I,06	I,II	I,24	I,44	I,56

TABLEAU N°6I : AGNEAUX DE BOUCHERIE - besoins énergétiques totaux (entretien + croissance)
(D.GRIESS et P.PARAGON, I979-80, NP, 70)

2 - Besoins en azote

a) Besoins d'entretien (70;203;I57)

Les besoins azotés d'entretien de l'agneau, compte non tenu des besoins nécessaires à la pousse de la laine, sont les suivants : (X, INRA, I978, 2I3)

- Entretien : 2,I5 g de PDI/kg PV 0,75/J
  2,I4 g de MAD/kg $PV^{0,75}$/J
- Toison : 0,6 g d'azote/j (soit 3,75 g Protéines/j).

b) besoins de croissance

Le besoin azoté de croissance est plus stable que

le besoin énergétique ; durant les 7 premières semaines de la vie de l'agneau il est de : (D.GRIESS, I980, NP, 69)

32 g de MAD/I00 g de GMQ/J

En fait, il faut différencier deux phases dans la vie de l'agneau, la phase d'allaitement pour laquelle le lait contient 58 g de protéines (dont 45 de caséine) par litre, et la phase de sevrage et de post-sevrage où le besoin global en azote diminue.

PV (kg)	< 20	20 → 30	30 → 35	> 35
MAD (% de MS de la ration	I4,4 à I9,0	9,5 à II,4	8,2 à 9,4	7,2 à 7,9
MAT (% de MS de la ration	I8,4 à 23,5	I4,0 à I5,9	I2,4 à I3,9	II,2 à II,9
MAD / UF	I45 ⟶			75

TABLEAU N° 62 : AGNEAUX DE BOUCHERIE - besoins azotés en fonction de l'âge (D'après, X, INRA, I978, 2I3)

3 - Besoins en minéraux et vitamines

a) calcium et phosphore

Ils varient en fonction du poids vif de l'animal et de son gain de poids quotidien. Il n'existe pas de différence intersexuelle, mais il semble plus logique

d'assurer une bonne minéralisation du squelette chez l'agnelle d'élevage que chez l'agneau de boucherie (reproductions futures).

GMQ (g)	I00	200	300	400
concentration de la ration sèche (g/kg) en				
Ca	4,o	5,5	7,5	I0,0
P	I,8	2,2	2,8	3,5

TABLEAU N° 63 : AGNEAUX DE BOUCHERIE - besoins en calcium et phosphore (d'après X, INRA, I978, 2I3)

De plus, intervient le rapport phosphocalcique, variable aussi avec le GMQ, et dont la valeur relativement élevée permet de réduire les risques d'urolithiase particulièrement fréquents notamment chez le mâle (X, INRA, I978, 2I3) :

- GMQ (g/j) : I00 ⟶ 400
- $\frac{Ca}{P}$: 2,2 ⟶ 3

b) Magnésium, potassium et sodium

Les valeurs suivantes comprennent une marge de sécurité suffisante notamment en élevage intensif ; en effet, dans un contexte extensif, l'agneau peut subsister avec des teneurs bien moindres en ces éléments.

PV (kg)	Mg (g/j)	K(g/j)	Na (g/j)
20	0,3 - 0,5	I,0 - I,6	0,5 - 0,6
30	0,5 - 0,8	I,3 - 2,0	0,6 - 0,7
40	0,8 - I,2	I,6 - 2,5	0,7 - 0,8
50	0,9 - I,3	2,0 - 3,0	0,8 - 0,9

pour un GMQ compris entre I00 et 400 g

TABLEAU N° 64 : AGNEAUX DE BOUCHERIE - besoins en magnésium, potassium et sodium (X, INRA, I978, 2I3)

c) vitamines et oligoéléments

Oligoéléments	Fe	Cu	Co	Mn	Zn	I	Se
ppm de la MS de la ration	40	5	0,08	20 à 3C	25 à 35	0,5	0,I à 0,3

TABLEAU N° 65 : AGNEAUX DE BOUCHERIE - besoins en oligoéléments (D.GRIESS et P.PARAGON, I979-80 NP, 70)

VITAMINES	NRC I968 (UI/kg PV)	Hoffmann La Roche I973 (UI/al/j)
A	80 - I30	4000 à I0.000
D	5,5	250 à 500
E	0,5	25 à 50

TABLEAU N°66 : AGNEAUX DE BOUCHERIE - besoins en vitamines (NRC I968 et HOFFMANN LA ROCHE,I972 in 70)

Rq : les valeurs en vitamines et oligoéléments données dans les tableaux n°65 et 66 sont valables pour tous les animaux; cependant, il a semblé judicieux qu'elles apparaissent pour les agneaux de boucherie.

4 - Quantité d'aliments ingérés

L'agneau ne commence à manger des aliments secs qu'à partir de la 4e semaine mais les quantités ingérées ne diviennent importantes que vers la 6e - 7e semaine. Cette quantité ingérée augmente avec le poids de l'animal ; cependant, les agneaux alimentés avec des rations riches en fourrages et pesant moins de 25 kg consomment des quantités plus faibles que ceux alimentés par des rations à forte concentration énergétique, mais plus importantes que ces mêmes agneaux au-delà de 25 kg.

En effet, l'agneau à ration hautement énergétique est un agneau sevré précocément, donc un ruminant, mais son comportement alimentaire est encore celui d'un préruminant ; en particulier, il est incapable (avant 25 kg) d'accroître les quantités qu'il ingère lorsque la concentration énergétique de la ration diminue.

(cf tableau n° 67 page suivante)

		PV (kg)					
		I5	20	25	30	35	40
Proportion de fourrage	< I0 %	0,6	0,9	I,0	I,2	I,4	I,6
	I0 à 25 %	0,6	0,9	I,0	I,2	I,4	I,6
	> 25 %	0,5	0,85	I,I	I,4	I,55	I,75

TABLEAU N° 67 : QUANTITE DE MATIERE SECHE (kg) INGEREE PAR JOUR PAR UN AGNEAU, EN FONCTION DE SON POIDS ET DE LA PROPORTION DE FOURRAGE DANS SON REGIME ALIMENTAIRE (X, INRA, I978, 213)

5 - Récapitulatif

a) Animaux à potentiel de croissance modéré

cf tableau n° 68 : AGNEAUX DE BOUCHERIE - apports recommandés pour la croissance et l'engraissement. (D.GRIESS et P.PARAGON, I978, NP, 70)

GMQ	MALES			FEMELLES			Ca (g/j)	P (g/j)
	UFV (/j)	PDI (g/j)	MAD (g/j)	UFV (/j)	PDI (g/j)	MAD (g/j)		
I50	0,57	65	69	0,68	62	64	4,2	I,7
200	0,58	78	84	0,69	75	78	5,3	2,I
250	0,59	92	99	0,71	87	92	6,4	2,5
300	0,60	I08	II4	-	-	-	7,5	2,9
I50	0,72	69	73	0,80	65	69	4,6	I,9
200	0,75	82	88	0,84	78	83	5,7	2,3
250	0,79	96	I03	0,89	90	97	6,8	2,7
300	0,80	II0	II8	0,91	I03	III	8,0	3,0
I50	0,87	7I	75	0,92	68	72	5,2	2,2
200	0,93	84	89	0,98	80	84	6,4	2,6
250	I,00	97	I04	I,06	91	98	7,6	3,0
300	I,03	II0	II8	I,I0	I03	II0	8,9	3,3
350	I,05	I23	I32	-	-	-	I0,3	3,7
400	I,06	136	I46	-	-	-	II,5	4,I
I50	I,0I	73	76	I,04	70	72	5,8	2,4
200	I,09	86	90	I,I3	8I	85	7,I	2,8
250	I,I9	98	I04	I,23	93	97	8,5	3,2
300	I,25	III	II7	I,25	I04	II0	9,7	3,6
350	I,29	I23	I3I	-	-	-	II,I	4,0
400	I,33	136	I45	-	-	-	12,6	4,4
200	I,27	87	92	-	-	-	8,0	3,2
250	I,38	99	I04	-	-	-	9,5	3,6
300	I,47	II0	II8	-	-	-	I0,9	4,0
350	I,57	I22	I3I	-	-	-	I2,4	4,4
400	I,60	I34	I44	-	-	-	I3,9	4,8

TABLEAU N° 68

b) Animaux à potentiel de croissance élevé

PV (kg)	GMQ (g/j)	MALES UFV (/j)	MALES PDI (g/j)	MALES MAD (g/j)	FEMELLES UFV (-/j)	FEMELLES PDI (g/j)	FEMELLES MAD (g/j)	Ca (g/j)	P (g/j)
I5	I50	0,63	7I	75	0,73	67	7I	4,6	I,9
	200	0,67	85	90	0,77	80	86	5,7	2,3
	250	0,71	99	I06	0,80	93	I00	6,8	2,7
	300	0,75	II3	I22	0,82	I06	II4	8,0	3,0
20	I50	0,75	73	77	0,82	69	73	5,2	2,2
	200	0,77	86	92	0,85	82	87	6,4	2,6
	250	0,80	I00	I07	0,89	94	I0I	7,6	3,0
	300	0,82	II4	I22	0,92	I07	II9	8,9	3,3
	350	0,85	I27	I37	0,95	II9	I28	I0,3	3,7
30	I50	0,87	75	78	0,9I	72	75	5,8	2,4
	200	0,9I	88	92	0,96	84	87	7,I	2,8
	250	0,96	I0I	I07	I,0I	95	I00	8,5	3,2
	300	0,98	II4	I2I	I,04	I07	II3	9,7	3,6
	350	I,00	I27	I35	I,07	II9	I27	II,I	4,0
	400	I,03	I42	I50	-	-	-	I2,6	4,4
35	150	0,99	76	80	I,0I	73	76	6,5	2,8
	200	I,05	89	94	I,07	84	89	8,0	3,2
	250	I,II	I0I	I08	I,I5	96	I0I	9,5	3,6
	300	I,I4	II4	I22	I,I8	I07	II4	I0,9	4,0
	350	I,I6	I26	I35	I,2I	II8	I26	I2,4	4,4
	400	I,I8	I39	I49	I,23	I30	I39	I3,9	4,8
	450	I,20	I52	I63	-	-	-	I5,4	5,2

TABLEAU N° 69

ite tableau précédent

200	I,I8	90	97	I,2I	76	79	9,0	3,5
250	I,27	I02	III	I,3I	87	92	I0,5	3,9
300	I,32	II5	I25	I,36	99	I04	I2,0	4,4
350	I,37	I27	I38	I,40	I00	II7	I3,6	4,8
400	I,39	I40	I52	I,43	I2I	I28	I5,3	5,2
450	I,42	I53	I66	-	-	-	I6,8	5,6

TABLEAU N° 69 : AGNEAUX DE BOUCHERIE - apports recommandés pour la croissance et l'engraissement (D. GRIESS ET P.PARAGON, I979 - 80, NP, 70)

C - RATIONNEMENT DE L'AGNEAU DE BOUCHERIE

Trois phases distinctes : l'allaitement, le sevrage , l'engraissement.

I - ALlaitement

Selon la production envisagée,l'allaitement est
- maternel
- artificiel.

a) le lait maternel

Même en cas d'allaitement artificiel, la prise de colostrum est importante puisque ce produit, riche en anticorps maternels, permet une sérumisation du petit et donc une protection contre les principales infections de l'élevage, durant une dizaine de jours. Cependant, les anticorps colostraux ne franchissent la barrière intestinale de l'agneau que durant une période relativement courte (48 h au maximum). C'est pourquoi, un maximum de tétées est recommandé pendant les 2 premiers jours de la vie, et 3jours supplémentaires permettent une protection intestinale in situ (Ig A). Donc, la prise de colostrum est indispensable pendant 5 jours.

Pour l'agneau sous la mère, le seul aliment reçu pendant 2 à 3 semaines, et le principal durant les 3 semaines à 3 mois suivants est le lait.

- Composition du lait de brebis (en g/litre) (D.GRIESS et P.PARAGON, I979-80, NP, 70) :

.Matière séche..... I84
. Protéines..... 58
dont caséine..... 45
. Matières grasses..... 73
. Lactose..... 44
. Matières minérales..... 9
Calcium..... I,8
Phosphore..... I,5
Sodium..... 0,45
Potassium..... 0,25
Magnésium..... 0,I6
. Energie..... II80 kcal.

- En moyenne, la production de lait est de
. I à I,5 litre/jour
. I00 - I50 litres/lactation.

La lactation passe par un maximum puis diminue rapidement dès la 6ème semaine.

Ce lait maternel permet la croissance dans les proportions suivantes.

consommation journalière de lait (l/j)	I	I,275	I,500
GMQ (g/j)	200	250	300

TABLEAU N° 70 : AGNEAUX - croissance et lait maternel
(MOLENAT G et THERIEZ M., I969, in 70)

b) le lait artificiel

L'allaitement artificiel trouve son intérêt dans les trois cas d'importance décroissante suivants :

- production de lait en vue de la fabrication de fromages.
- diminution en temps du cycle de reproduction de la brebis (éponges vaginales).
- mort de la mère.

La séparation entre la mère et son produit, qui induit un tel type d'allaitement, doit être précoce tant pour l'un (éviter un stress dangereux pour l'agneau à cet âge) que pour l'autre (éviter un stress qui aurait pour conséquence une rétention lactée).

Le lait d'allaitement utilisé peut être celui pour veau (D.GRIESS, I980, NP, 69) :

- matière sèche $\geq$95 %
- matière azotée .... 22 - 24 %
- matière grasse..... 22 - 25 %

Pour le préparer, mélanger I80 g à 200 g de lait en poudre à Il d'eau ; quant à sa distribution, deux méthodes :

- distribution à heures fixes : le lait est préparé puis distribué à une température de 38° C.
- distribution ad libidum (à volonté) : le lait est chauffé puis laissé au grè de l'agneau. Ce type de distribution ressemble davantage au mode naturel (agneau sous la mère) et permet des performances nettement supérieures à la première méthode.

Ce système n'est possible que pendant les 3 premières semaines, puisque dès lors, un rationnement en vue du sevrage est mis en oeuvre.

Selon son poids et le mode distribution, chaque agneau consomme de I à 2,6 litres par jour. (MOLENAT G. et THERIEZ M., I969, in 70).

2 - Sevrage (6I,69)

Le sevrage doit être bien conduit pour limiter au minimum le stress qu'il induit. L'alimentation strictement lactée ne dure pas longtemps, car dès 2-3 semaines l'agneau est capable de consommer d'autres aliments.

a) élevage à viande

L'agneau est élevé sous la mère et y reste pendant 3 - 4 mois. Cela permet une production d'agneaux blancs d'excellente qualité, mais est anti-économique ; en effet, se pose alors le problème de la réduction en temps du cycle de reproduction de la brebis.
Ce type de production correspond à l'agneau de I00 jours.

b) élevage laitier

En élevage laitier, le sevrage doit intervenir beaucoup plus rapidement puisque l'agneau est alimenté artificiellement, donc à un coût élevé pour une productivité moyenne. Cependant, ce sevrage ne peut intervenir avant l'âge de 6 semaines puisque, dans le cas contraire, il y aurait une chute de croissance et un retard tel qu'il ne serait pas rattrapé.

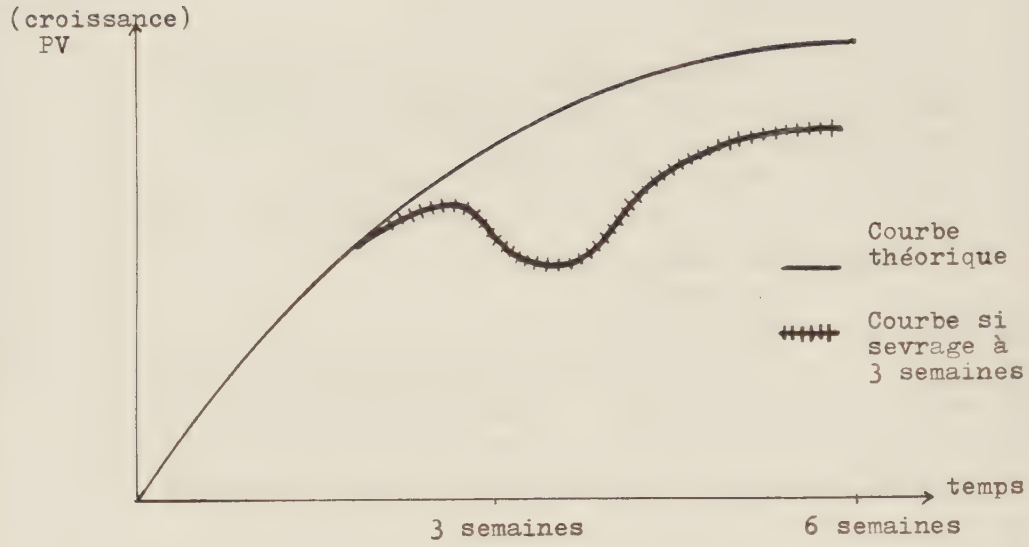


FIG. N°2I : RETARD DE CROISSANCE LORS D'UN SEVRAGE AVANT 6 SEMAINES (D.GRIESS, I980, NP 69)

Les agneaux produits sont des agneaux gris.

c) mise en oeuvre

Dès IO - I5 jours, il est distribué aux agneaux un aliment concentré appétent et du fourrage (à volonté) ;

- l'aliment concentré induit la production d'acides gras volatils (énergie)
- le fourrage permet le développement du rumen.

Cependant, pour éviter les risques d'enterotoxémie, fréquents à cet âge, ces aliments ne devront pas être trop riches en azote.

Il faudra aussi veiller aux apports en vitamines, notamment vitamines A et E, mais aussi vitamine B_I, puisque la flore

ruminale n'est encore que modestement développée (une carence en vitamine B_I se traduit par la nécrose du cortex).

La date du sevrage est variable, mais dépend en grande partie du niveau de technicité de l'élevage. Deux critères (D.GRIESS, I980, NP, 69) :

- le niveau de consommation de l'aliment concentré. Dès que la consommation atteint 300 g/j, le sevrage peut être envisagé. Avant ce stade, des problèmes de sous nutrition interviendraient.

- le poids corporel de l'animal au moment du sevrage. En bergerie, il doit être le double du poids de naissance (soit II - I2 kg), au pâturage le triple (soit I6 kg environ).

3 - Croissance

Il existe deux types de production d'agneaux de boucherie (D.GRIESS, I980, NP, 69).

- l'agneau blanc (animal lourd précocément)

Agneau de 30 - 40 kg à I00 - I20 jours, sevré précocément
rendement en carcasse élevé : 56 %
GMQ $\geqslant$ 300 g
niveau d'ingestion élevé : 3 - 4 kg MS/I00 kg PV
Aliment concentré à I UF/kg MS.

- l'agneau gris

agneau sous la mère
GMQ : 200 g
agneaux abattus à 4 - 6 mois (30 - 35 kg)
Productivité inférieure du troupeau/

a) apport énergétique

Pour l'un comme pour l'autre, il peut être envisagé de diminuer l'apport énergétique en fin d'engraissement, de manière à réduire les dépots adipeux sur la carcasse.

Cette diminution induit dans un premier temps une baisse du GMQ, mais ne permet pas d'affirmer une réduction de l'état d'engraissement. Par contre, elle augmente la tenue de la graisse en influant sur sa composition ; en effet, la limitation des apports d'aliments concentrés, oblige les agneaux à consommer plus de fourrages, d'où une graisse plus riche en acides gras saturés, plus pauvre en eau et en acides gras ramifiés, bref, une graisse plus ferme lors de l'abattage.

b) la ration azotée

- Animaux sevrés .

Les recommandations ultérieures ne sont valables qu'individuellement ; or, dans la pratique, les agneaux ne sont regroupés, au mieux, que par tranches de poids. De plus, en fonction du poids, mais aussi du sexe et de la vitesse de croissance, les teneurs optima en azote du régime varient d'un animal à l'autre. C'est pourquoi, il semble intéressant de donner ici, la valeur minimale que doit avoir le taux d'azote de la ration.

		TENEUR DANS L'ALIMENT EN g/KG DE MS		
		MAT	MAD	PDI
Poids des animaux (kg)	I5 à 25	I80	I45	I35
	25 à 35-40	I40	I00	95
	I5 à 35-40	I60	I25	I20

TABLEAU N° 7I : AGNEAUX DE BOUCHERIE - apports azotés minimaux (X, INRA, I978, 2I3)

- Animaux sous la mère

Les besoins de l'agneau sous la mère sont en partie couverts par le lait qui, de plus, est bien équilibré en acides aminés et n'est pas dégradé au niveau du rumen. La ration complémentaire doit comprendre (X, INRA, I978, 2I3) :

. MAT : I20 g/kg MS
. MAD : 90 g/kg MS

- facteur limitant

Le facteur limitant à l'azote n'est certes pas constitué par les PDIE au vue de l'apport énergétique considérable. Par contre, l'apport d'azote fermentescible est souvent faible, surtout pour des rations à base de foins (facteur limitant PDIN). Cet apport devrait être de I35 g N/kg MOD (N : azote - MOD : matière organique digestible), et peut être réajuster par l'utilisation d'ANP (azote non protéique). (X, INRA, I978, 2I3).

c) exemple de calcul de l'aliment concentré pour agneaux.

- Problème

Agneaux à l'engraissement (donc sevrés) recevant un aliment concentré, et du foin de Luzerne (I7 % MAT/MS) représentant 20 % de la matière sèche ingérée.

- besoins

Le facteur limitant est l'azote, il n'est donc pas nécessaire de s'occuper de l'énergie

MAT : I6 % de la MS ingérée
MAD : I2,5 % de la MS ingérée
PDI : I20 g/kg MS ingérée.

- solution

Compte tenu des apports par le foin, le concentré devra apporter :

MAT : I57 g / kg MS
PDIN : I07 g / kg MS
PDIE : I25 g / kg MS

D'où la formule, qui permet un apport azoté de :

- maïs..... 89 %
- tourteau de soja 50... 7 %
- urée..... I %
- CMV..... 3 %

MAT : I57 g/kg MS
PDIN : II5 g/kg MS
PDIE : I24 g/kg MS

III - ALIMENTATION DE L'AGNELLE D'ELEVAGE

Il s'agit des agnelles que l'éleveur décidera, selon certains critères (performances de la mère, conformation,...) de conserver pour renouveler son cheptel. Elevées comme les agneaux de boucherie jusqu'au moment de cette sélection, elles seront alimentées de la même manière jusque là ; étant parmi les meilleurs du lot (conformation, développement corporel,..) elles pèseront au moment du tri entre 20 et 30 kg selon les races, soit 30 - 40 % du poids adulte.

Ces agnelles serviront à la reproduction, mais ne seront mises à la lutte qu'entre 7 et 12 mois selon le système d'élevage ; elles devront, alors, au moins atteindre les deux tiers du poids adulte, c'est-à-dire qu'en 4 à 9 mois (entre la sélection et la mise à la lutte), les agnelles doivent doubler de poids, et ce de la manière la plus économique possible.

Mise à la lutte	7 mois	10 mois	12 mois
GMQ entre la sélection et la mise à la lutte (g/j)	150 - 200	100	50

TABLEAU N° 72 : AGNELLES DE BOUCHERIE - GMQ jusqu'à la mise à la lutte. (d'après X, INRA, 1978, 213)

A - BESOINS ALIMENTAIRES

I - Besoins énergétiques

Ces besoins sont beaucoup plus faibles que pour les agneaux de boucherie (GMQ faible en général) ; ils sont estimés à (X, INRA, I978, 2I3) :

- I00 kcal EM/kg $PV^{0,75}$ soit 0,034 UFL/kg $PV^{0,75}$

Ainsi, les besoins de croissance par kg de gain, augmentent-ils avec le poids ; pour des animaux dont le GMQ est de I50-200 g/j : (X, INRA, I978, 2I3) :

- jusqu'à 5 mois : 450 k cal EM/I00 g de gain
  0,26 UFL/I00 g de gain
- de 5 mois à la lutte : 500 kcal/I00 g de gain
  0,29 UFL/I00 g de gain.

2 - Besoins azotés

Les besoins d'entretien sont identiques à ceux des autres ovins (laine comprise) (X, INRA, I978, 2I3)

- 2,52 g MAD/kg $PV^{0,75}$/J.
- 2, 63 g PDI/kg $PV^{0,75}$/J

Les besoins de croissance sont déterminés en sachant que le gain de poids à une teneurs en protéines de I2,5 % (cf récapitulatif).

3 - Récapitulatif

s	GMQ (g/j)	Energie UFL	AZOTE (g/j)		MINERAUX (g/j)		Capacité d'ingestion UE
			PDI	MAD	Ca	P	
	50	0,60	45	45	5,0	I,7	
	I00	0,7I	56	57	4,4	2,I	I,3
	I50	0,83	67	69	5,8	2,5	
	200	I,0I	78	8I	7,I	2,8	
	50	0,69	53	52	4,4	2,3	
	I00	0,83	65	65	5,8	2,7	I,6
	I50	0,97	75	77	7,4	3,I	
	200	I,I2	86	89	9,0	3,5	
	50	0,80	6I	60	5,0	2,8	
	I00	0,92	72	72	6,6	3,2	I,9
	I50	I,06	83	85	8,0	3,6	
	200	I,22	94	97	9,5	4,0	
	50	0,90	68	67	5,5	3,3	
	I00	I,04	79	80	7,0	3,7	2,2
	I50	I,I8	9I	92	8,5	4,I	

TABLEAU N° 72 : BESOINS DE L'AGNELLE D'ELEVAGE

(D.GRIESS et P.PARAGON, I979-80, NP, 70)

B - RATIONNEMENT DE L'AGNELLE D'ELEVAGE

Compte tenu de la vitesse de croissance de l'agnelle et de la période d'élevage, précédant la mise à la lutte, la ration doit être la moins coûteuse possible et, donc, la plus riche en fourrage.

exemple

- Problème

. agnelles de 45 kg (35 kg à I00 jours et mise à la lutte à 8 mois, 60 kg) devant avoir un GMQ de I50 g/j

. capacité d'ingestion : I,75 UE

. Foin de Dactyle fané au sol par beau temps; récolté à l'épiaison, Ier cycle.

- caractéristiques de l'aliment (g/kg MS)

MS (g/kg produit brut)	UFL	MAD	PDIN	PDIE	VEF (en UE)
85	0,72	75	77	8I	I,34

- quantité d'aliment ingéré

$$Q = \frac{\text{capacité d'ingestion}}{\text{encombrement}} = \frac{UE}{VEF} = \frac{I,75}{I,34} = I,3I \text{ kg de MS}$$

soit : I,54 kg de produit brut (foin)

Donc, distribution de I,6 à I,7 kg de foin par agnelle.

- Besoins de l'agnelle

U F L	PDIN (g/j)	MAD (g/j)
I,02	79	8I

- bilan

	UFL	P D I		MAD
		PDIN	PDIE	
besoin	I,02	79		8I
Apport	0,95	I0I	I06	98
Bilan	- 0,07	+ 22	+ 27	+ I7

Le bilan est donc positif dans son ensemble et même excédentaire en azote (attention à l'entérotoxémie : vaccination).

-0-0-0-0-0-

C O N C L U S I O N

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-

L'élevage ovin français, en difficulté du fait du protectionnisme dont il a été l'objet durant trop longtemps, doit évoluer vers une intensification. Cependant, cette intensification va de pair avec une spécialisation et une autonomie des moyens de production.

En effet, la solution de l'intégration de l'élevage assujettit :

- l'éleveur aux organisations commerciales privées
- l'ovin à la production céréalière, beaucoup plus coûteuse en énergie fossile dans le contexte économique mondial actuel.

C'est pourquoi, et il s'agit de notre intime conviction, l'intensification de l'élevage passe obligatoirement par celle de la production herbagère.

Cette intensification fourragère s'appuie sur :
- la notion de prairie temporaire : sélection et choix des semences en fonction des besoins de l'éleveur.
- la notion de fertilisation ; en effet, il est nécessaire de bien en connaître les mécanismes et les buts pour bien expliquer ses principes.
- le mode d'exploitation qui, s'il n'a pas été developpé ici, est d'une importance primordiale, et pourrait faire, à lui seul, l'objet d'un travail similaire.

D'ores et déjà, disons que, dans une optique technique aussi bien qu'économique, le pâturage comme mode de consommation directe et l'ensilage comme mode de conservation,

doivent être développés.

En effet, le premier permet une réduction des investissements en matériels, batiments et main d'oeuvre et diminue donc considérablement le coût de production ; le second, permet l'obtention d'un aliment de très bonne qualité alimentaire sans être dépendant du climat.

De ce mémoire , il ressort que l'éleveur possède les capacités de produire sur place l'aliment qui, en toute circonstance, subvient totalement aux besoins d'entretien et pour la majeure partie aux besoins de production de ses animaux.

Parce qu'il limite ainsi ses achats d'aliments, et parce que l'herbe est le plus complet et le moins coûteux d'entre eux, l'éleveur retrouve son indépendance face aux moyens de production, et donne à l'élevage ovin une compétitivité qu'il n'avait plus.

-0-0-0-0-0-0-0-0-0-

Vu : Le Professeur de l'Ecole Vétérinaire
rapporteur

Professeur GRIESS

Vu : Le Directeur de l'Ecole
Vétérinaire

Professeur R. LAUTIE

Vu : Le Président de la Thèse

Professeur ECALLE

VU ET PERMIS D'IMPRIMER
Toulouse, le 5-7-1982
Le Président de l'Université
Paul Sabatier

Professeur D. BANCEL

- A -

1 - ANDRIEU (J)
"utilisation : valeur alimentaire" cultivar special fourrages n°139. Mai I981, P.I01-I05

2 - ANDRIEU (J)ZWAENEPOEL (P)
"exploitation :foin"
Cultivar special fourrages n°139, mai I981. P.86-87

3 - ARNOLD (GW)
"Simulation of growth and production sheep. Model I : a computer programm to estimate energy and nitrogen utilisation, body composition and empty liveweight change day by day for sheep of any age".
Agricultural Systems - I976 - N°1

4 - AUSTIN (A.R) YOUNG (N.E)
"the effect of shearing pregnant ewes on lamb birth weights"
the veterinary Record, I977, juin, n°100, P.527-529

5 - AXELSSON (J)
"Relation between chemical composition and nutritive value of grassland crops"
5th international grassland congress Netherland - juin I949. P.22-26

- B -

6 - BEEVER (DE), TERRY (RA), CAMMELL (SB), WALLACE (A.S)
"the digestion of spring and autumn harvested perennial rye grass by sheep"
Journal of Agricultural science - n° 90 - Cambridge - I978 - P.463-470

7 - BEEVER (DE), THOMSON (DJ)
"the potential of protected proteins in ruminant nutrition"
Duplicata author - I979

8 - BEEVER (DE) ULYATT (MJ), THOMSON (DJ), CAMMELL (SB), AUSTIN (A.R), SPOONER (MC),communication personnelle.
"Nutrient supply from fresh grass and clover " NP I980.

9 - BERANGER (C), MICOL (D)
"Exploitation : pâturage"
Cultivar special fourrages n°139 - mai I981 - P.75-77

I0 - BETTS (J.E), NEWTON (JE), WILDE (RM)
"the effect of grazing interval on the composition and

productivity of a perennial rye grass . White clover sward" . the journal of the British Grassland society n°33 - I978 - P.61-65

11 - BROADSENT (JS), YOUNG (NE)
"A farm scale evaluation of a six paddocks forward creep grazing system for lamb production" . British society of animal production, Winter Meeting, mars I978 - Animal Production n°26 - I978 - P.391

12 - BROLUNDLARSEN (J)
"Les conditions qui influencent le développement de la production fourragère au Danemark"
Fourrages n°72 - décembre I977- P.85-I00

13 - BURCH (G.J)
"the role of winter forage in fat lamb production on the New England tabblelands"
The University of New Englant Armidale - New South Wales Australia (I973) -
From Journal of the Australian Institute of Agricultural Science n°39 - I973 - P.60-61.

- C -

14 - CABON (G)
"Economie : coût de l'ensilage d'herbe"
Cultivar special fourrages n°139 - mai I981 - P.117-II9

15 - CAMMELL (SB), SPOONER (MC), THOMSON (DJ)
"A note on the use of electronic doors for individual feeding of group-housed lambs"
. Animal Production - n°28 - I979 - P.407-410

16 - CHENOST (M)
"L'indice de fibrosité des foins : mesure et relations avec la valeur alimentaire".
Ann.Zootechnie, INRA - volume 15 - 3ème trimestre I966 - P.253-257

17 - CHENOST (M), HUGUET (L)
"Exploitation : affouragement en vert" . Cultivar special fourrages n°139 - mai I981 - P.79

18 - CHERRY (M)
"A computer model as an aid to management of a lowland intensive lamb production system" Royal Agricultural Society of England. Technical publication series (undated) n°2 - I977.

I9 - CLANET (V), BATMALLE (L)
"En montagne, aussi, l'intensification fourragère passe par

l'ensilage et la culture de l'herbe".
Fourrages Actualité, supplément à l'élevage Bovin, Ovin, Caprin, n°90 - Décembre I979 - P.16-17

20 - COELHO(F), AVILEZ (D)
"Utilisation des fourrages verts ou conservés pour une production animale intensive"
Production Animale et prairies - Journée d'étude de la Fédération Européenne de Zootechnie - Reading - 6-13 Juillet I955 - P. 65-67

21 - COLEOU (J)
"Le choix d'un système fourrager intensif" La Potasse n°327. Aout, septembre I965 - P.147-151

22 - CONRAD (H.R)
"Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants : physiological and physical factors limiting feed intake".
Journal of Animal Science n°1 - volume 25 - février I966

23 - CONWAY (R.A)
"Données nouvelles sur les prairies en Irlande"
fourrages n°72 - Décembre I977 - P.159-176

24 - COOK (C.W), DENHAM (AH), BARTLETTE (ET), CHILD (RD)
"Efficiency of converting nutrients and cultural energy in various feeding and grazing systems"
Journal of Range Management - USA Colorado - n°29 - 1976

25 - COOPER (JP)
"La recherche fourragère au Royaume Uni"
Fourrages n°72 - Décembre I977 - P.35-52

26 - COOPER (JP)
"Potentialités des productions fourragères"
Fourrages N°38 - juin I969 - P.3-19

27 - CORCUERA (P)
"The influence of nutrition and management before weaning on the post weaning performance of artificially weaned lambs"
PH. D. Thesis - University of Reading - I979

- D -

28 - DANN (P.R), AXELSEN (A), BREMNER (PM).
"Comparison of grazing oats and pasture for sheep production"
Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbrandry N°14 - Juin I974 - P.322-327

29 - DEBRAND
"L'herbe ça se cultive" Agriculture n°370 - Novembre I973

30 - DEIDDA (M), FERRET (M), JACQUARD (P), RIVORA (G)
CAPUTA (J)
"la regeneration des parcours dans la région méditerranéenne"
Fourrages n°81 - mars I980 - P.91-112

31 - DEMARLY (Y), MANSAT (P)
"Travaux de la station d'amélioration des plantes fourragères de Lusignan (INRA) I962-68"
Fourrages n°41 - Mars I970. P.7-258

32 - DEMARQUILLY (C)
"Digestibilité et quantité consommée"
fourrages n°10 - Juin I962 - P.45-52

33 - DEMARQUILLY (C)
"Exploitation : ensilage"
Cultivar special fourrages n°139 - Mai I981 - P.80-85

34 - DEMARQUILLY (C)
"Principes de base de l'ensilage"
Fourrages n°56 - Décembre I973 - P. 15-26

35 - DEMARQUILLY (C)
"Valeur alimentaire de l'herbe"
Bulletin de l'AFES - N° 7-8 - Juillet, aout I964 - P.326-338

36 - DEMARQUILLY (C)
"Valeur nutritive de la luzerne"
Fourrages n°26 - juin I966 - P.12-33

37 - DEMARQUILLY (C), DULPHY (JP)
"La valeur alimentaire des ensilages et sa prévision"
Fourrages n°56 - décembre I973 - P.27-40

38 - DER KHATCHADOURIAN (L)
"la prairie cultivée"
Fourrages n°4 - Décembre I960 - P.128-134

39 - DESROCHES(R)
"Aperçu des recherches fourragères en cours dans les pays tempérés et méditerranéens"
Fourrages n°44 - Décembre I970 - P.31-53

40 - DESROCHES (R)
"l'intensification fourragère progresse lentement en France. Qu'en pensent les éleveurs?"
Résultats d'une enquête réalisée en I971, auprès des éleveurs de quatre régions herbagères.
Extrait de la revue fourrage n°48

41 - DESROCHES (R)
"Conclusion : allons-nous enfin utiliser pleinement nos surfaces fourragères ? "
Cultivar Special fourrages, n°139, mai I981, P.128-135.

42 - DESROCHES (R), PICARD (J)
"Essai d'estimation des surfaces cultivées en France en graminées et légumineuses prairiales"
Fourrages n°66 - juin I976 - P.3-30

43 - DOUTRELANT (PM)
"La charge des brebis anglaises"
Nouvel Observateur n°803 - 31 mars-6 avril I980- P.54-56

44 - DOUTRELANT (PM)
"Les cinq nerfs de la guerre"
Nouvel Observateur n°803 - 31 mars-6 avril I980 - P.56

45 - DULPHY (JP)
"Utilisation complémentarité"
Cultivar spécial fourrages n°139 - mai I981 - P.109

45 bis - DURAND (JM)
"la courbe de lactation des brebis du Sud de la France, étude statistique"
Thèse soutenue en I972 à Toulouse, Doctorat vétérinaire.

46 - DURR (C) en collaboration avec HENIN (S), DESROCHES (R), DATTEE (D), HENTGEN (A)
"Enseignements tirés du colloque sur les principes ayant guidé l'évolution récente de la production fourragère dans les pays de la CEE - Perspectives d'avenir".
Publié par Association Française pour la Production Fourragère. Union interprofessionnelle des semences fourragères. Novembre I978 - P.1-73

- E -

47 - E.DELSTEN (PR), CORRALL (AJ)
"Regression models to predict herbage production and digestibility in a non regular sequence of cuts".
Journal of Agricultural Science, Cambridge n°92, I979, P.575-585

48 - EDELSTEN (PR), NEWTON (JE)
"A simulation model of intensive lamb production from grass"
Technical Report Grassland Research Institute n°17 - Mars I975 - NP

49 - ELWORTHY (P), OLIVER (J)
"Intensive deer farming and pasture (histoire de l'intensification fourragère en Nouvelle Zelande)"Proceedings of the New Zealand Grassland Association, N°38 - I977

- F -

50 - FALIU (L)
Ensemble des cours dispensés à l'ENVT en I978-I979 et plus particulièrement toxicité des légumineuses. NP

51 - FALIU (L), GRIESS (D), PARAGON (B)
"alimentation des animaux domestiques. Principales données et recommandations alimentaires relatives aux Bovins, Equins, ovins, Porcins, Volailles, chiens".
Polycopiè ENVT, chaire alimentation, I976-77 - NP

52 - FERRIERE (I)
"Le marché français"
Cultivar special fourrages. N°139- Mai I981 - P.39

53 - FRISCH (J)
"Principes qui ont guidé l'évolution récente de la production fourragère au Grand Duché de Luxembourg".
Fourrages n°72. Décembre I977. P.13-22

54 - FRISON (M)
"la reprise des ensilages d'herbe"
Fourrages n°56. Décembre I973. P.63-70

- G -

55 - GALLINI
"Une solution pour l'alimentation ovine et bovine : l'herbe cultivée.
La France agricole n°1479. Novembre I973. P.21-23

56 - GEISLER (PA), FENLON (JS)
"the effects of body weight and its components on lambing performance in some commercial flocks in Britain".
Animal production N°28. I979. P.245-255

57 - GEISLER (PA), MERRYL JONES (C)
"A model for calculation of the energy requirements of the pregnant ewe."
Animal production N°29. I979. P.339-355

58 - GEISLER (PA), NEWTON (JE), SHELDRICK (RD), MOHAN (AE)
"A model of lamb production from an autumn Catch crop"
Agricultural Systems - N°14- I979. P.49-57.

59 - GIBB (MJ), TREACHER (TT)
"the effect of herbage allowance on herbage intake and performance of ewes and their twin lambs grazing perennial rye grass".
Journal of Agriculture sciences, Cambridge, N° 90 - I978 - P.139-147

60 - GIBB (MJ), TREACHER (TT)
"the effect of herbage allowance on herbage intake and

performance of lambs grazing perennial ryegrass and red clover swards" Journal of Agriculture Science, Cambridge, N°86 - I976 - P.355-365

6I - GIBB (MJ), TREACHER (TT)
"The performance of grazing twin lambs weaned at 6, 8, I0 or I4 weeks of age" Animal production n°28 - I979 - P.455

62 - GILL (M), THOMAS (C)
"Supplementation of silage with specific nutrients and their effect on volontary intake" Proceedings of the fifth silage conference. Hannah Research Institute - I978 - P.38-39

63 - GILL (M), ULYATT (MJ)
"The metabolism of methionine in silage fed sheep"
British Journal of nutrition - n°41- I979 - P.605-609

64 - GILL (M), ULYATT (MJ), BARRY (TN)
"Effect on digestion by sheep of treatment of silage with a formaldehyde formic acid mixture".
New Zealand Journal of Agricultural Research - n°22 - I979
P.221-225.

65 - GILLET (M),HUGUET (L),BREISCH (M), LEROY (A),POSNY (P)
"Peut-on concilier pâture et plein emploi des graminées fourragères ? Nouvelle approche d'un vieux problème I".
Fourrages N°79 - septembre I979 - P.111-121

66 - GILLET (M),HUGUET (L),BREISCH (M),LEROY (A),POSNY (P)
"Peut-on concilier pâture et plein emploi des graminées fourragères. Nouvelle approche d'un vieux problème II".
Fourrages n°81 - mars I980 - P.3-20

67 - GILLET (M), JACQUARD (P)
"Le potentiel de production des graminées en fonction des rythmes de croissance et de développement".
Fourrages n°38 - juin I969 - P.57-74

68 - GORDON (CH)
"Loss of protein digestibility in stored forages"
Congrès Maryland - 28-29 mars I968 - Proceedings I968 Maryland Nutrition Conference for feed manufacturers - P.44 - 52.

69 - GRIESS (D)
Ensemble des cours dispensés à l'ENVT en I979,80, et plus particulièrement alimentation des ovins. Chaire alimentation NP.

70 - GRIESS (D), PARAGON (B)
"Alimentation des animaux domestiques. Principales données et recommandations alimentaires relatives aux Bovins, Equins, ovins, caprins, Porcins, Volailles, Carnivores domestiques"

Polycopié ENVT, chaire alimentation, I979-80, NP

71 - GRIESS (D) PARAGON (B)
"Appreciation et estimation de la valeur nutritive des aliments pour les animaux".
Polycopié ENVT, chaire alimentation - I979.80 - NP

72 - GUEGUEN (L)
"Composition minérale de l'herbe"
Fourrages n°10- Juin I962 - P.53-62

73 - GUILLET (J)
"Matériel et chantiers d'ensilage d'herbe en silos couloirs"
Fourrages n°56 - décembre I973 - P.41-52

73b- GUYONNET (JP)
"Les bromes, de nouveaux outils pour les éleveurs".
Semences et progres - avril, mai, juin 79 - P.7-14

- H -

74 - HENIN (S)
"Enseignements du colloque : perspectives d'avenir de la production fourragère dans la CEE".
Fourrages n°72 - décembre I977 - P.269-273

75 - HENIN (S)
"Production fourragère et sol"
Fourrages n°1 - janvier I960 - P.31-39

76 - HENTGEN (A) DESROCHES (R)
"le développement de la production fourragère en France : évolution récente et perspectives d'avenir".
Fourrages n°72 - décembre I977 - P.223-238

77 - HODGSON (J) WADE (MH)
"Grazing management and herbage production"
Proceedings of the winter meeting for the British Grassland Society - décembre I978 - P.1.1 à1.12

78 - HOMB (T)
"L'estimation qualitative des fourrages en se référant plus particulièrement aux méthodes d'étude de la digestibilité in vitro et in vivo"
Fourrages n°16 - décembre I963 - P.55-69

- J -

79 - JACOBSEN (A)
"la production et l'utilisation des fourrages pour le bétail au Danemark"
Fourrages n°72 - décembre I977 - P.73-84

80 - JAGUSH (KT)
"Grassland management and animal production"
New Zealand journal of Agriculture n°136 - I978 - P.48.51.53

81 - JEANNIN (B) LAISSUS (R)
"Renovation"
Cultivar special fourrages - n°139- mai I981- P.62

- K -

82 - KERGUELEN (M)
"quelques aspects de la fertilisation des prairies temporaires"
Fourrages n°3 - juillet I960 - P.50-90

83 - KERGUELEN (M)
"valeur minérale de l'herbe (oligoéléments).
Influence du sol et de la fumure sur la composition minérale"
Fourrages n°10 - juin I962 - P.63-70

84 - KILKENNY (JB) HOLMES (W) BAKER (RD) WASH (A) SHAW (PG)
"grazing management"
Beef production Handbook 4 - Meat and livestock Commission
Bletchley - I978 -

85 - KOSMAT
"influence de la fertilité de différents sols et des engrais
sur le rendement global des fourrages."
Der Fordewingsdienst - volume 21 n°3 - mars I973 - P.91-95

86 - KUNZLI (W)
"étude sur la culture et les rendements des prairies en fonction du lieu d'implantation et de l'engrais".
Mitteilungen für die Schiweizerische Landwirtschaft -
volume 25 N°9 - Septembre I967 - P.149-166

- L -

87 - LACKAMP (JW)
"Observation concernant la sélection des espèces fourragères
en Hollande surtout des graminées"
Fourrages n°72 - décembre I977 - P.115-I22

88 - LANCASHIRE (JA) ULYATT (MJ)
"Liveweight gains by sheep grazing browntop and perennial rye grass"
Proceedings of the New Zealand Grassland Association n°35 -
I973 publié I974.

89 - LANCASHIRE (JA) ULYATT (MJ)
"Liveweight gains of sheep grazing rye grass pastures with
different cellulose contents"
New Zealand Journal of Agricultural Research n°18 -
mai I975- P.97-100.

90 - LANGLANDS (JP)
"The intake and production of lactating Merino ewes and their lambs grazed at different stocking rates".
Australian journal of Agricultural Research n°28 - I977 -

91 - LANGLANDS (JP)BOWLES (JE)
"Herbage intake and production of Merino sheep grazing native and improved pastures at different stocking rates"
Australian journal of Experimental Agriculture and Animal Husbrandry - n°14 - Juin I974 - P.307-315 -

92 - LEBRUN (V)
"Une méthode d'étude du système de production au niveau de l'exploitation agricole"
Fourrages n°79 - septembre I979 - P.3-36

93 - LIENARD (G)
"Réflexions sur le choix économique d'une chaîne de récolte des fourrages verts par ensilage".
Fourrages n°56 - décembre I973 - P.161-182

94 - LLAURENS (B)
"La guerre du mouton"
Rapport de stage 2° année d'étude ENVT - I980 - NP

95 - LOISEAU (P)
"Exploitation : amélioration des parcours"
Cultivar special fourrages - n°139 - Mai I981 - P 75 - 77

96 - LORCH (RDM)
"Utilisation des fourrages verts ou conservés pour une production animale intense".
Production animale et prairies. Journée d'étude de la Fédération Européenne de Zootechnie Reading - 6-13 Juillet I955 - P.187-I92

97 - LOUTREL (P)
"Pas de bons ensilages sans bons silos"
Fourrages n°56 - décembre I973 - P.53-62

- M -

98 - MAC FEELY (PC)
"L'intensification de la production animale à partir des prairies".
Fourrages n°72 - décembre I977 - P.211-222

99 - MANSAT (P)
"Les potentiels de productions fourragères d'après des références acquises à l'échelle expérimentale".
Fourrages n°38 - juin I969 - P.75-88

100 - MATHIEU (J)
"Economie : choix des cultures et coûts de production".

Cultivar special fourrages n°139 - mai I981 - P.112-115

101 - MERIAUX (S)
"Quelques données concernant la nutrition minérale des plantes fourragères"
Fourrages n°38 - juin I969 - P.41-55

102 - MONNIER (G)
"La prairie et le sol"
Fourrages n°7 - décembre I961 - P.59-71

103 - MOORE (LA)
"Valeur nutritive des fourrages en fonction de leur nature physique, principes généraux applicables aux ruminants"
Journal of Agriculture science - volume 23 - 1er Février I964 - P.230-239

104 - MORAILLON (D)
"Maladies nutritionnelles et parasitaires chez les ovins"
Fourrages n°10 - juin I962 - P.18-24

105 - MORGAN (DE)
"Comparative aspects of the nutritional value of fresh and conserved forages".
University of Nottingham Nutrition Conférence for Feed Manufacters". N° 6 - I976

106 - MOSS (R)
"Sheep production high on irrigated pasture"
in New Zealand Journal of Agriculture + n°133 - I976

- N -

I07 - NEWTON (JE)
"The effect of selling percentage, ewe size and time of lambing on sheep production from lowland temporary grassland"
IV World conference on animal production
Buenos Aires - aout I978

108 - NEWTON (JE) BETTS (JE) WILDE (RM)
"the effect of body condition and times of mating on the reproductive performance of Masham ewes"
Author duplicata - Animal production - I980

109 - NEWTON (JE) FENLON (JS)
" The performance of Masham ewes"
Animal production - n°29 - I979 - P.69-79

110 - NEWTON (JE) YOUNG (NE) BETTS (JE)
"Lamb production from temporary grassland"
Grassland Research Institute Technical Report n°15 - octobre I974 - NP.

111 - NEWTON (JE) YOUNG (NE) BETTS (JE)
"sheep from lowland grass. A comparison of Masham and Welsh Mountain ewes for a hig output system on a commercial scale".
Grassland Research Institute Technical Report n°20 - Avril I9777 - NP

112 - NICHOLSON (JWG) MAC LEOD (LB)
"effet de la forme d'engrais, du type de conservateur, et d'une alimentation de complément sur la valeur nutritive d'un ensilage à haute teneur en humidité"
Canadian Journal of Animal Sciences - volume 46 - N°2 - aout I966 - P.71-82 (texte en anglais).

113 - NORTH (JJ)
"La production fourragère en Royaume Uni" Fourrages N°72 - décembre I977 - P.23-24

- 0 -

114 - ORR (RJ) NEWTON (JE)
"The effect of litter size on the intake and performance of ewes offered concentrates and grass silage in late pregnancy" Animal Production n°28 - I979 - P.451

115 - ORR (RJ) NEWTON (JE) YOUNG (NE)
"A note on a comparaison of different weaning policies for exes suckling triplets at pasture". Animal production N°28 - I979 - P.275-278

116 - ORSI (S)
"Situation et orientations techniques de la production fourragère en Italie "
Fourrages n°79 - décembre I977- P.53-62

117 - OSBOURN (DF)
"The nutritive value of grass and grass products"
Grassland production edited by W.Holmes, Balckwell scientific Publications - I980 -

II8 - OSBOURN (DF)
"The value of protein in silages" Technical Report - Grassland Research Institute - I979 - NP

119 - OSBOURN (DF) BEEVER (DE) THOMSON (DJ)
"Ruminant digestion and feed evaluation" Proceedings of a symposium, Hurley I978 - ARC London - I978

120 - OWEN (JB)
"sheep production" Cassel and Collier Marmillon Publishers Ltd London - I976 - .

121 - PALO HEIMO (L)
"détermination of the digestibility of hay and straw in ruminants".
Maatalous ja Koetoiminta - volume 20 - I966 - P.236-240

122 - PANELLA (A)
"La recherche scientifique sur les fourrages en Italie"
Fourrages n°72 - Décembre I977 - P.63-72

123 - PARAGON (B)
"Ensemble des cours dispensés à l'ENVT en 78-79 - Bromatologie - NP

124 - PARK (RJ) FORD (A) MINSON (DJ) BAXTER (R)
"Lucerne derived flavour in sheep meat as affected by season and duration of grazing"
Journal of Agriculture Science n°84 - I975 - P.209-213

125 - PENNING (PD)
"Equipment for feeding milk to lambs"
Proceedings of the European Association for Animal Production Symposium on Housing and mechanisation of Sheep Production - Pologne - Golynia Poznan - I978 -

126 - PENNING (PD)
"The artificial rearing of lambs . A review"
Proceedings of the British Council Course 729.
Management and diseases of sheep - Edindourg I978.

127 - PENNING (PD) GIBB (MJ)
"The effect of milk intaké on the intake of cut and grazed herbage by lambs".
Animal Production n°29-I979-P.53-67

128 - PENNING (PD) GIBB (MJ)
"The use of corticosteroïd to synchronise parturition in sheep"
Veterinary Record - n°4 - JUIN I977 - P.491-492

129 - PENNING (PD) INES (M) TREACHER (TT)
"The effects of heat treatment and protein quantity on digestibility and utilization of milk substitutes by lambs"
journal of Agriculture science, Cambridge n°90 - I978 P.221-228

130 - PICARD (J)
"Selection"
Cultivar special fourrages n°139 - Mai I981 - P.35-37

131 - PLANCQUAERT (P)
"Utilisation : Planning fourrager"
Cultivar Special fourrages n°139 - mai I981 - P.98-99

132 - PLANQUAERT (P) MATHIEU (J)
"Evolution probable des systèmes fourragers en France"
Fourrage n°72 - décembre I977 - P.239-246

133 - PONTAILLER (S)
"Composition et valeur alimentaire des fourrages"
La potasse n°342 - I967 - P.27-32

134 - PONTAILLER (S)
"Les engrais et la qualité des fourrages"
l'élevage n°58 - janvier I977 - P.33

- Q -

135 - QUARTIER (C) (Communication personnelle)
"Aspects économiques de la fertilisation des cultures fourragères". NP

- R -

136 - RAYMOND (F) SHEPPERSON (G) WALTHAM (R)
"Forage,conservation and feeding"
A farming press book - I972

137 - REBISCHUNG (J)
"Les variétés de plantes fourragères : ce qu'elles sont, ce qu'elles devraient être".
Fourrages n°5 - mars I961 - P.32-35

138 - REBISCHUNG (J)
"Panorama et évolution de la production fourragère"
Fourrage n°10 - juin I962 - P.3-17

139 - REGAUDIE (R) REVELEAU (L)
"Le mouton"
Edition JB Baillière et fils - collection d'enseignement agricole I969 -

140 - RIGOT (J)
"Evolution de la production fourragère en Belgique : passé et avenir"
Fourrage n°72 - Décembre I977 -P.123-144

141 - ROBELIN (M)
"L'alimentation en eau des plantes fourragères"
Fourrages n°38 - juin I969 - P.30-40

142 - RUCKEBUSH (Y) MARQUET (JP)
"Recherches sur le comportement alimentaire chez les ruminants I . Influence de la structure physique des aliments".
Revue de médecine vétérinaire - n°12 - décembre I963 P.833 - 856.

- S -

143 - SALETTE (J), LEMAIRE (G), POUSSET (A)
"fertilisation" in Cultivar special fourrages n°139 - mai I981 - P.68-71

144 - SCEHOVIC (J)
"Prévision de la digestibilité de la matière organique et de la quantité de matière sèche volontairement ingérée des graminées, sur la base de leur composition chimique". fourrages n°79 - septembre I979 è P.57-78.

145 - SIDDONS (RC), EVANS (RT), BEEVER (DE)
"the effect of romaldehyde treatment before ensiling on the digestion of wilted grass silage by sheep". British Journal of Nutrition - n°42 - I979 - P.535-545.

146 - SIMON (U)
"La recherche fourragère en République Fédérale d'Allemagne" Fourrages N°72 - décembre I977 - P.177-192.

147 - SPEDDING (CRW)
"sheep production and grazing management" Edition Baillière, Tindell and Cox - janvier I965 -

I48 - SPEDDING (CRW), BURNS (KN), EWER (TK), LLYOD (MK),PAYNE (JM) WOODFORD (EK),BROKINGTON (NR),AUSTIN (AR)
"Legume bloat" A report by the advisary committee of the Grassland Research Institute,internal report n°372 - novembre I976 - NP

- T -

I49 - TEMPLE (AJ)
"l'amélioration des herbages dans le monde" FAO Rome - I956

I50 - THOMAS (C)
"Conserved forages" Broster (Wh) Jonhson (CL) and Taylor (JC) editors. Feeding de Dairy Cow - ARC - London - I980

151 - THOMAS (C),ASTON (K),TAYLER (JC),DALEY (SR)
"silage additive, level of protein supplementation and digestibility as factors influencing voluntary intake and milk production". Proceedings of the Fifth Silage Conference, I978 - Hannah Research Institute - Scotland - P.42-43

152 - THOMAS (H)
"Le développement de la production fourragère aux Pays Bas" Fourrages n°72 - décembre I977 - P.I01-II4

I53 - THOMSON (DJ)
"Effect of the proportion of legumes in the sward on animal output".
Occasional Symposium n°10 - British Grassland Society I979

I54 - THOMSON (DJ)
"Production and prediction of growth"
Proceeding of the Nutritional society - n°38
I978 - P.303-308

155 - THOMSON (DJ) CAMMELL (SB)
"Recent nutritional sudies with lucerne"
Grass : the journal of the British Association of green crop driers - I979 - P.9-12

156 - THOMSON (DJ) CAMMELL (SB) FENLON (JS)
"the use of the metabolizable energy system for growing and fattening lambs"
Animal Production n°26 - I978 -P.380

157 - THOMSON (DJ) FENLON (JS) CAMMELL (SB)
"Estimates of maintenance requirement of growing lambs"
British Journal of Nutrition society n°41 - I979 - P.223 229.

158 - THOMSON (NA) JAGUSH (KT)
"Effect of lambing date on the utilization of grass clover an lucerne pasture during mating."
Proceedings of the New Zealand Society of Animal Society n°36 - I976 - P.I84-I89

159 - THOUROUDE (D)
"Exploitation : matériels de récolte"
Cultivar special fourrages n°139 - mai I981 - P.89-93

I60 - THOUROUDE (D)
"Utilisation : distribution"
Cultivar special fourrages n°139 - mai I981 - P.110-III

161 - TISSERAND (JL)
"Comparaison de l'ensilage d'herbe avec d'autres techniques de conservation des fourrages".
Fourrage n°56 - décembre I973 - P.137-I60

162 - TREACHER (TT)
"The effects on milk production of number of lambs suckled and age, parity and size of the ewe".
Milk production in the ewe, edited by JG Boyazoglu et T.T TREACHER.
European association for Animal production - publication n°23 - I978 - P.33-40

163 - TREACHER (TT)
"Utilisation des pâturages à forte production par les ovins"

4° Journée de la recherche ovine et caprine I979 - P.116-137

164 - TREACHER (TT) GIBB (MJ)
"Effect of sward management factors on intake and performance of grazing sheeps.
Sheep and Cowland grass"
British Society of Animal Production, Summer meeting - I978 P.13-20

165 - TREACHER (TT) GIBB (MJ)
"Intake of herbage by ewes grazing during lactation"
Milk production in the ewe, edited by JG BOYAZOGLU et TT TREACHER.
European Association for Animal Production - Publication N°23 - I978 - P.55-61

- V -

166 - VALLET (D)
"Economie : prix de revient et valeur nutritive"
Cultivar special fourrages - n°139 - mai I981 - P.125-127

167 - VAN QUACKEBEKE (E)
"Utilisation des ensilages d'herbe par les moutons"
Fourrages n°56 - Décembre I973 - P.129-136

168 - VAN SLIJKEN (A) ANDRIES (A)
"Aperçu du développement et des perspectives d'avenir de la recherche fourragère et herbagère en Belgique".
Fourrages n°72 - décembre I977 - P.145-158

169 - VON KUNZLI (W)
"Pflanzenbestand und Ertrag des Fromentalwiese in Abhängigkeit von Standart.und Düngung"
(Mitteilungen für die Schiweizerische) I967 - P.149-116
(Landwirtschaft vol 15 N°9)

- W -

170 - WALDERRABANO (J)
"Techniques of increasing intake by grazing sheep"
M.Phil. Thesis, Reading University - I979

171 - WILLEMIN (M)
"Implantation"
Cultivar special fourrages n°I39 - mai I981 - P.59 - 61

I72 - WILLIAMS (OB) ROE (R)
"Management of arid grasslands for sheep ; plant demography of six grasses in relation to climate and grazing"
Proceedings of the ecological society of Australia n°9 - I975 - P.142-159

- X ANOMYMES -

173 - X
"Aspects divers de l'élevage du mouton aux Etats-Unis"
Bulletin de l'Alliance Pastorale, septembre I975 - P.3-10

174 - X
"Ce que vous devez savoir pour réussir l'implantation de vos prairies temporaires"
Brochure éditée par Groupement National Interprofessionnel des Semences en collaboration avec le bureau d'Etude et de Diffusion des Techniques fourragères".
Décembre I974 - document 74-21

175 - X
"Comment exploiter vos prairies temporaires pour en tirer du meilleur profit"
Brochure éditée par le Groupement National Interprofessionnel des semences en collaboration avec le Bureau d'Etude et de Diffusion des Techniques Fourragères - décembre I975 - document 75-25

176 - X
"Comment implanter une culture d'herbe"
Fourrages Actualités n°5 - mars I974

177 - X
"Data Summeries On upland and lowland sheep production"
Edité par Meat and Livestock Commission
Sheep Improvement Services - juillet I978 - P.1-36

178 - X
"Desherbage"
D'après document ITCF - FNAMS, Cultivar special fourrages n°139 - mai I981 - P.63-67

179 - X
"Eléments secondaires, oligoéléments"
Brochure la fertilisation publiée par FNIE I974 - chapitre VIII.

180 - X
"Les engrais"
Brochure la Fertilisation publiée par FNIE - I974 - chapitre VII -

I81 - X
"Engrais - fertilité - qualité - environnement"
Brochure la Fertilisation publiée par FNIE - I974 - chapitre X

182 - X
"Exploitation : conservateurs et additifs d'ensilage"
Cultivar special fourrages n°139 - mai I981 - P.84-85

183 - X
"Exploitation des Graminées"
Groupe de travail - synthèse de GILLET (M)
"Influence du mode d'exploitation au printemps sur la production en quantité et en qualité des graminées fourragères".
Fourrages n°55 - I973 - P.15-76

184 - X
"FOA fertilizer program , the first decade"
FOA - centre d'étude de l'azote - I974 - livre

185 - X
"La fertilisation azotée "
Brochure la fertilisation publiée par FNIE - I974 - chapitre IV.

186 - X
"la fertilisation phosphotée"
Brochure la Fertilisation publiée par FNIE - I974 - chapitre V.

187 - X
"la fertilisation potassique"
Brochure la fertilisation publiée par FNIE - I974 -
chapitre VI

I88 - X
"Graminées et Légumineuses fourragères : caractéristiques des principales espèces et variétés inscrites au catalogue français".
Édité par le Groupement National Interprofessionnel des semences - I976 -

I89 - X
"Graminées et Légumineuses fourragères : caractéristiques des principales variétés inscrites au catalogue français".
Semence et progrès - n°20 - avril-mai-juin I979 - P.85-95

190 - X
"Grasslambs ; detailled performance I979, target and actual performance"
PUblié par Grassland Research Institute - Hurley - I980

I91 - X
"L"herbe çà se conserve - guide de l'ensilage - Pour ne plus perdre l'excedent de printemps"
Brochure éditée par l'Union Interprofessionnelle des Semences fourragères - I969 -

I92 - "L'herbe ça se cultive"
Brochure éditée par l'Union Interprofessionnelle des Semences fourragères - I969 -

I93 - X
"La hierba cultivada, alimento base de una ganaderia intensiva"
Brochure éditée par l'Union Interprofessionnelle des Semences Fourragères - mai I972.

194 - X
"Lois générales de la fertilisation"
Brochure la fertilisation publiée par FNIE - I974 -
chapitre III -

I95 - X
"Le mouton en France"
Bulletin d'information du Ministère de l'agriculture
n°889 - du 17.3 au 23.3.I980 - P.15-21

I96 - X
"Le mouton au Royaume Uni"
Bulletin d'information du Ministère de l'Agriculture
n°890 - du 24.3 au 30.3.I980 - P.23-26

I97 - X
"la nutrition des plantes"
Brochure la fertilisation éditée par la Fédération Nationale
de l'Industrie des Engrais - chapitre I -

I98 - X
"Le plan de fumure - stockage, manutention et épandage
des engrais"
Brochure la fertilisation publiée par la Fédération Nationale
de l'Industrie des Engrais - I974 - chapitre IX -

I99 - X
"Les prairies temporaires. Choix des espèces et des variétés
installation, culture, exploitation -
Memento à l'usage de tous ceux qui conseillent les agricul-
teurs pour l'achat de leurs semences fourragères".
Brochure éditée par le Groupement National Interprofession-
nel des Semences en collaboration avec le Bureau d'Etude et
de Diffusion des Techniques Fourragères - Mars I979 -
document 79-7

200 - X
"Pour avoir d'avantage d'herbe ou de fourrage vert en été,
voici ce que vous devez faire"
Brochure éditée par le Groupement National Interprofession-
nel des Semences - février I978 - document 78.3

201 - X
"Pour avoir del'herbe plus tôt au printemps, voici ce
que vous devez faire".
Brochure éditée par le Groupement National Interprofessionnel
des Semences - février I978 - document 78.2

202 - X
"Pour tirer le meilleur profit du Trèfle violet"
VCDL en collaboration avec PICARD (J), fourrages
actualités, supplément à l'élevage bovin, ovin, caprin,
n°90 - décembre I979 - P.19-22

203 - X
"la régénération des parcours dans la région méditerrannéenne"
Fourrages n°80

204 - X
"Résultats d'essais concernant le Ray Grass hybride Augusta"
Publié par le Bureau d'étude et de Diffusion des Techniques fourragères - I979 -

205 - X
"Sheep breeding"
Edité par Meat and Livestock Commission - I979

206 - X
"Le sol"
Brochure la fertilisation publiée par la Fédération Nationale de l'Industrie des Engrais - I974 - chapitre II

207 - X
"A system for hill sheep in the north of England"
Agricultural Development and Advisary Service.
Profitable from Entreprise Booklet - I975 - N°11

208 - X
"Tables d'analyses des aliments des animaux - Moyennes d'après quelques données françaises ".
Publié par le Groupement pour l'Encouragement à la Recherche en Nutrition Animale - I972

209 - X
"Tables de valeurs alimentaires"
Cultivar special fourrages - n°139 - mai I981 - P.103-105

210 - X
"Les trois quarts des surfaces fourragères en France en sont au stade de l'économie de cueillette. Tel est l'enseignement des journées d'information Semences Fourragères organisées par le Groupement National Interprofessionnel des Semences"
Agro France - Juin I972 - P.C12

211 - X
"Variétés inscrites au catalogue français"
cultivar special fourrages - n°139 - mai I981 - P.40-57

212 - X
"Va-t-on révolutionner les méthodes de sélection du blé ?"
Semences et progrès - n°20 - Avril, mai, juin I979. P.4-5

213 - X
"Sous la direction de JARRIGE (R) "ALimentation des Ruminants"
INRA publications - I978

- Y -

214 - YOUNG (NE) NEWTON (JE)
"Grasslambs - An intensive system of lamb production from temporary grassland'.
Brochure éditée par le Grassland Research Institute - I976 -

215 - YOUNG (NE) NEWTON (JE) ORR (RJ)
"The effect of supplementation of ewes during lactation on herbage intake and ewe and lamb performances".
Grass and Forage Science - I980 - Author duplicata -

- Z -

216 - ZELTER (SZ)
"Conséquences nutritionnelles et économiques de l'utilisation des fourrages verts ou conservés pour la production animale".
Production Animale et Prairies - Journées d'étude de la Fédération Européenne de Zootechnie - Reading - 6-13 juillet I955 - P.68-72

217 - ZELTER (SZ)
"Intérêt de l'ensilage d'herbe et contribution des recherches françaises au perfectionnement de sa pratique".
Fourrages - n°56 - décembre I973 - P.3-14

218 - ZIMMER (E)
"La production fourragère dans la République Fédérale d'Allemagne - structure, conditions techniques de production".
Fourrages n°72 - décembre I977 - P.159-176.

-0-0-0-0-0-0-0-